



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Unidad de Posgrado

**Diseño y fabricación de embutidos escaldados
sustituyendo grasa porcina por aceite de soya**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Bromatología

AUTOR

Calixto Evaristo VARGAS VALLEJOS

ASESOR

Eloísa M. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Vargas C. Diseño y fabricación de embutidos escaldados sustituyendo grasa porcina por aceite de soya [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Unidad de Posgrado; 2017.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIDAD DE POSGRADO



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN BROMATOLOGÍA**

Siendo las 10:00 hrs. del 26 de mayo de 2017 se reunieron en el auditorio de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado Examinador y Calificador de tesis, presidido por la Dra. Augusta Isabel Córdova Rivera e integrado por los siguientes miembros: Dra. Eloísa Maximina Hernández Fernández (Asesora), Dra. María Elena Salazar Salvatierra, Mg. Norma Angélica Carlos Casas y el Mg. Javier Saúl Córdova Ramos; para la sustentación oral y pública de la tesis intitulada: **"DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EMBUTIDOS ESCALDADOS SUSTITUYENDO GRASA PORCINA POR ACEITE DE SOYA"**, presentado por el Bachiller en Oceanografía y Pesquería **CALIXTO EVARISTO VARGAS VALLEJOS**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **Magíster en Bromatología**; formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación el Jurado Examinador y Calificador de tesis procedió a la calificación, la que dio como resultado el siguiente calificativo:

DIECIOCHO (18) MUY BUENO

Luego, la Presidenta del Jurado recomienda que la Facultad proponga que se le otorgue al Bachiller en Oceanografía y Pesquería **CALIXTO EVARISTO VARGAS VALLEJOS**, el Grado Académico de Magíster en **Bromatología**.

Siendo las 11:30 hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en Lima, a las 11:30 hrs. del 26 de mayo de 2017.

Augusta Isabel Córdova Rivera
Dra. Augusta Isabel Córdova Rivera (P.P.D.E.)
Presidenta

Eloísa Maximina Hernández Fernández
Dra. Eloísa Maximina Hernández Fernández (P.P.D.E.)
Miembro - Asesor

María Elena Salazar Salvatierra
Dra. María Elena Salazar Salvatierra (P.P.T.C.)
Miembro

Norma Angélica Carlos Casas
Mg. Norma Angélica Carlos Casas (P.P.T.C.)
Miembro

Javier Saúl Córdova Ramos
Mg. Javier Saúl Córdova Ramos (P. Aux.T.C.)
Miembro

Observaciones:

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres Teodosia y Evaristo y a la de mi hermano Juan Antonio, quienes desde el cielo iluminan nuestro camino.

A mis hermanos Carmen, Cesar y Juan Luis.

A mi esposa Lidia y a nuestros amados nietos Valeria y Diego.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Eloísa M. Hernández Fernández
por su generosa asesoría, paciencia,
consejos y aliento durante todo este tiempo.

Al Dr. Pedro Pablo Martínez por su amistad
y sus comentarios técnicos.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación Problemática	1
1.2 Formulación del Problema	3
1.3 Justificación teórica	3
1.4 Justificación práctica	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1. Objetivo general	4
1.5.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco epistemológico de la investigación	6
2.2 Antecedentes de investigación	7
2.3 Bases Teóricas	9
2.3.1. Productos cárnicos emulsionados	9
2.3.2. Jamonada	10
2.3.3. Hot dog	11
2.3.4. Lípidos y su implicancia en la salud	11
2.3.5. Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)	14
2.3.6. Micronutrientes presentes en los productos cárnicos	16
2.3.7. Utilización de aceites vegetales en la elaboración de productos cárnicos	17
2.3.8. Aceite de soya	22
2.3.9. Oxidación lipídica	23
2.3.9.1 Oxidación catalizada por enzimas	24
2.3.9.2 Fotooxidación	24
2.3.9.3 Autooxidación	24
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	27
3.1 Tipo y diseño de Investigación	27
3.2 Unidad de análisis	27
3.3 Población de estudio	27
3.4 Tamaño de muestra	28

3.5 Selección de la muestra	28
3.6 Técnicas de recolección de datos	28
3.6.1 Elaboración de los productos cárnicos embutidos	28
3.6.1.1 Preparación de la jamonada	33
3.6.1.2 Preparación del hot dog	34
3.6.2 Estudio de la aceptabilidad de los embutidos elaborados	38
3.6.3 Análisis físico-químico y microbiológico	38
3.6.3.1 Composición proximal	39
3.6.3.2 Perfil de ácidos grasos	39
3.6.3.3 Prueba de estabilidad	40
3.6.3.4 Análisis microbiológico	40
3.6.3.5 Análisis e interpretación de la información	40
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Formulación y elaboración de los embutidos	42
4.2 Evaluación de la aceptabilidad	43
4.2.1 Evaluación de la aceptabilidad de la jamonada	43
4.2.2 Evaluación de la aceptabilidad del hot dog	46
4.3 Análisis físico-químico y microbiológico	50
4.3.1 Composición proximal	50
4.3.2 Análisis de ácidos grasos	53
4.3.3 Índice de peróxidos de la jamonada	58
4.3.4 Índice de peróxidos del hot dog	60
4.3.5 Evaluación microbiológica de la jamonada y el hot dog	62
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Formulación (%) de la jamonada estándar y con sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya.	42
Cuadro 2. Formulación (%) de hot dog, estándar y con sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya.	43
Cuadro 3. Aceptabilidad de las 4 formulaciones de jamonada, valores promedio obtenidos según escala hedónica del 1 al 9.	44
Cuadro 4. Aceptabilidad de las 4 formulaciones de hot dog, valores promedio obtenidos según escala hedónica del 1 al 9.	47
Cuadro 5. Composición proximal (%) de la jamonada y hot dog en sus formas estándar y con el nivel óptimo de sustitución.	50
Cuadro 6. Ácidos grasos (%) e Índice P/S en dos embutidos: jamonada y hot dog elaborados con la formulación estándar y con aceite de soya en sustitución de la grasa porcina.	54
Cuadro 7. Valores de índice de peróxidos de jamonada convencional y jamonada con 100% de sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya.	58
Cuadro 8. Valores de índice de peróxidos del hot dog convencional y hot dog con 100% de la grasa de cerdo por aceite de soya.	60
Cuadro 9. Evaluación microbiológica de indicadores de higiene y presencia de patógenos en jamonada y hot dog elaborados con aceite de soya	62
Cuadro 10. Recuento de mesófilos aerobios totales para la jamonada convencional y para la jamonada con aceite de soya.	63
Cuadro 11. Recuento de mesófilos aerobios totales para el hot dog convencional y para el hot dog con aceite de soya.	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composición aproximada de ácidos grasos en carne a) vacuna y b) porcina.	12
Figura 2. Principales ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AGPI n-3) a) ALA; b) EPA; c) DHA y d) DPA.	14
Figura 3. Esquema de la ruta metabólica de conversión de ALA en EPA y DHA.	15
Figura 4. Esquema de la autooxidación lipídica.	25
Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración de las jamonadas.	36
Figura 6. Diagrama de flujo de elaboración del hot dog.	37
Figura 7. Gráfica de la evaluación sensorial de la jamonada en sus 4 formulaciones (valores promedio).	44
Figura 8. Gráfica de la evaluación sensorial del hot dog en sus 4 formulaciones (valores promedio).	47
Figura 9. Composición proximal (%) de jamonada estándar (100% grasa de cerdo).	51
Figura 10. Composición proximal (%) de jamonada con aceite soya (100%).	52
Figura 11. Composición proximal (%) de hot dog estándar (100% grasa de cerdo).	52
Figura 12. Composición proximal (%) de hot dog con aceite de soya (100%).	53
Figura 13. Valores de IP en la jamonada convencional y la jamonada con aceite de soya vs. Valor máximo permitido por el CODEX.	59
Figura 14. Valores de IP en el hot dog convencional y el hot dog con aceite de soya vs. Valor máximo permitido por el CODEX.	61
Figura 15. Valores de los recuentos totales de mesófilos aerobios en la jamonada convencional y la jamonada con aceite de soya versus el valor máximo establecido por DIGESA para embutidos escaldados.	64
Figura 16. Valores de los recuentos totales de mesófilos aerobios en el hot dog convencional y el hot dog con aceite de soya versus el valor máximo permitido por DIGESA para embutidos escaldados.	65

RESUMEN

Los ácidos grasos esenciales son considerados nutrientes clave en la salud humana. El desarrollo de alimentos funcionales que los incluyen en su composición resulta por tanto de interés nacional. El presente trabajo tuvo como objetivo incorporar aceite de soya en sustitución de la grasa porcina en la formulación de dos tipos de embutidos: jamonada y hot dog. La metodología de su elaboración, proceso tecnológico y evaluación comprendió: el desarrollo de formulaciones estándares convencionales aceptadas por el IFT (Instituto de Tecnólogos de Alimentos) evaluaciones físico-químicas mediante la caracterización química, incluyendo perfil de ácidos grasos (usando métodos oficiales de la AOAC), pruebas de aceptabilidad empleando pruebas de satisfacción, evaluando los resultados sensoriales a través del Diseño Completamente Azarizado y del ANVA, con un nivel de confianza del 95% y 5% de nivel significancia. Las pruebas de estabilidad y aptitud para consumo humano se realizaron evaluando el índice de peróxidos (AOAC), determinación microbiológica de indicadores de higiene e inocuidad y el recuento de microorganismos mesófilos aerobios viables totales (ICMSF). Los resultados obtenidos determinaron como la mejor formulación, en ambos productos, la de 100% de aceite de soya en reemplazo de la grasa porcina; se evidenciaron adecuadas características de composición proximal en agua, proteínas y lípidos, del orden de: $69,00 \pm 5,52$; $14,13 \pm 1,13$ y $11,57 \pm 0,92$ % para jamonada y $69,70 \pm 5,57$; $12,62 \pm 1,00$ y $9,41 \pm 0,75$ % para hot dog; asimismo alto nivel de ácido linoleico 5,9 % en la jamonada y 4,7 % en el hot dog; un índice de peróxidos máximo de 3,08 meq./kg y 2,70 meq./kg respectivamente. Las pruebas de vida útil establecieron –para ambos productos- un periodo de 21 días, a temperatura de refrigeración, que los ubica dentro de los valores estándares aceptados para este tipo de productos. Se concluye que los productos obtenidos presentan buen nivel de aceptabilidad, propiedades de alimentos funcionales debido al contenido de ácido linoleico y que son estables y aptos para consumo humano.

PALABRAS CLAVE: Embutidos, diseño y fabricación, ácido linoleico, alimentos funcionales.

SUMMARY

Essential fatty acids are considered key nutrients in human health. The development of functional foods that include them in their composition is therefore of national interest. The present work aimed to incorporate soybean oil in substitution of pork fat in the formulation of two types of sausage: jamonada and hot dog. The methodology of its elaboration, technological process and evaluation included: the development of conventional standard formulations accepted by the IFT (Institute of Food Technologists) physical-chemical evaluations through chemical characterization, including fatty acid profile (using AOAC official methods), Acceptability tests using satisfaction tests, evaluating the sensory results through Completely Hazardous Design and ANVA, with a confidence level of 95% and 5% of significance level. Tests for stability and suitability for human consumption were performed by evaluating peroxide index (AOAC), microbiological determination of hygiene and safety indicators and counting of total viable aerobic mesophilic microorganisms (ICMSF). The results obtained determined as the best formulation, in both products, the one of 100% of soybean oil in replacement of porcine fat; Adequate characteristics of proximal composition in water, proteins and lipids, of the order of: 69.00 ± 5.52 ; 14.13 ± 1.13 and $11.57 \pm 0.92\%$ for ham and 69.70 ± 5.57 ; 12.62 ± 1.00 and $9.41 \pm 0.75\%$ for hot dog; Also high level of linoleic acid 5.9% in the ham and 4.7% in the hot dog; A maximum peroxide index of 3.08 meq./kg and 2.70 meq./kg respectively. The shelf life tests established - for both products - a period of 21 days, at refrigeration temperature, which places them within the accepted standard values for this type of products. It is concluded that the products obtained have a good level of acceptability, functional food properties due to the linoleic acid content and that they are stable and fit for human consumption.

KEYWORDS: Sausages, design and manufacture, linoleic acid, functional foods,

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

Las costumbres alimenticias de la población de América tienen como patrón la dieta occidental. Esta dieta está constituida por alimentos altamente procesados a base de carne vacuna, porcina y aves tales como pollos, patos y pavos; alimentos fritos y comidas rápidas añadidas con sal; a su vez incluye importantes cantidades de alimentos farináceos altamente refinados. La dieta es un factor clave para el mantenimiento de las funciones vitales, así como para reducir el riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas, dentro de las cuales se puede mencionar algunos tipos de cáncer, diabetes, enfermedades cardiovasculares y otras (Haliwell, 1997; 2 Satia-Abouta., J., Patterson, R.E., Neuhouser, M.L. y Elder, J. 2002). Entre éstas últimas, las enfermedades cardiovasculares representan la principal causa de muerte en todo el mundo, en el año 2011 provocaron la muerte de cerca de 17 millones de personas, lo que representa a 3 de cada 10 muertes. De estas, 7 millones de personas murieron de cardiopatías isquémicas y 6,2 millones de derrame cerebral (OMS, 2013). Las cardiopatías isquémicas, entre otras enfermedades, han permanecido entre las principales causas de muerte durante la década 2001-2011.

El Perú no es ajeno a esta problemática, ya que las enfermedades del sistema circulatorio fueron la primera causa de muerte provocando el 30% del total de las defunciones en el 2010 (Fuente: OPS/OMS Sistema de información regional de mortalidad, 2014). En la actualidad la prevalencia de enfermedades no transmisibles (obesidad, hipertensión arterial, diabetes, enfermedades cardiovasculares entre otras) señalan una fuerte tendencia epidemiológica que crece tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Estudios epidemiológicos han evidenciado que las grasas saturadas y las

grasas trans aumentan el riesgo de enfermedad coronaria (Pedersen, J. I., James, P.T., Brouwer, I.A., Clarke, R., Elmadfa, I., Katan, M.B., Kris- Etherton, P.M., Kromhout, D., Margetts, B.M., Mensink, R.P., Norum, K.R., Rayner, M., & Uusitupa, M. 2011). Es por ello que la Organización Mundial de la Salud, incluye entre sus principales recomendaciones limitar la ingesta energética procedente de las grasas saturadas, sustituir las grasas saturadas por grasas insaturadas, así como limitar la ingesta de sal (sodio) de toda procedencia (OMS, 2004, 2008).

Por otro lado el mayor conocimiento que hoy se tiene acerca de la relación dieta-salud y el impacto que esto provoca sobre la opinión pública, constituye uno de los elementos que más está condicionando el interés de los consumidores por determinados tipos de alimento y hábitos de consumo. Esta situación unida al concepto de *alimentación saludable* que conlleva una serie de recomendaciones dietéticas para reducir el consumo de determinados alimentos o sus componentes, así como el desarrollo de nuevos alimentos modificando su composición original, está favoreciendo el avance de los llamados *alimentos funcionales*. En esa línea de ideas, las carnes y sus productos derivados ocupan un papel destacado en la dieta, debido entre otros factores, a su valor nutricional y al consumo habitual, lo que les hacen ser idóneos para vehicular determinados compuestos bioactivos y así poder llevar a la práctica una de las principales recomendaciones de organismos internacionales (OMS, 2008) incorporando en su composición fuentes de ácidos grasos insaturados que permitan contribuir a la reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, situación a la que el Perú no es ajeno (OPS/OMS, 2014).

Por todo lo expuesto podemos establecer que la calidad nutricional de la fracción lipídica de un alimento está relacionada con su perfil de ácidos grasos, el cual, a su vez, puede ser modificado también a través de la adición de aceites de origen vegetal, como el aceite de soya, en las formulaciones de alimentos como lo embutidos jamonada y hot dog, sustituyendo la grasa animal usualmente saturada (Valencia, I., O'Grady, M. N., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Kerry, J. P. 2008).

1.2. Formulación del problema

El consumo de alimentos fuente de ácidos grasos insaturados está indicado como una medida de control de enfermedades cardiovasculares.

La calidad nutricional de la fracción lipídica de productos cárnicos está relacionada con su perfil de ácidos grasos, el cual a su vez puede ser modificado a través de la alimentación de animales destinados al consumo humano con dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados como el aceite de pescado, aceite de linaza y el aceite de soya, o también puede ser modificado a través del procesamiento de los productos cárnicos, como la jamonada y el hot dog adicionando aceite de origen vegetal en las formulaciones, sustituyendo la grasa animal, obteniéndose productos análogos a los tradicionales, nutritivos y con cualidades funcionales, constituyéndose además en una oportunidad de diferenciación y diversificación en la industria cárnica. Esta última alternativa fue la utilizada en el presente trabajo.

- PROBLEMA GENERAL

¿Aplicando procedimientos tecnológicos validados, para la elaboración de embutidos escaldados, la sustitución de aceite de soya por la grasa de cerdo en la formulación de la jamonada y el hot dog, podrá mejorar las cualidades nutricionales y funcionales de estos productos garantizando su estabilidad e inocuidad?.

1.3. Justificación teórica

Existe evidencia epidemiológica y experimental que una de las recomendaciones para disminuir el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares es el consumo de alimentos que sean fuente de ácidos grasos del tipo insaturados (OPS/OMS, 2014).

El aceite de soya es un alimento de probada composición química por su contenido de ácidos grasos de tipo insaturados. (Hernández, E., Quispe, C., Alencastre, A. 1999) en adición, este recurso es económico.

1.4. Justificación práctica

La tecnología de elaboración de productos cárnicos de tipo embutidos ha sido estandarizada cuando son procesados con un 100 % de grasa porcina. Esta grasa puede ser sustituida parcial o totalmente por aceite de soya para incorporar ácidos grasos de tipo insaturados y así obtener un alimento con calidad funcional caracterizado por su perfil de ácidos grasos. Por lo anterior el presente estudio se plantea con los siguientes objetivos.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Incorporar aceite de soya en sustitución de la grasa porcina, en la formulación de embutidos escaldados jamonada y hot dog, para mejorar su calidad nutritiva y funcional

1.5.2 Objetivos específicos

1. Establecer el porcentaje óptimo de sustitución de la grasa porcina por el aceite de soya.
2. Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de los productos elaborados, jamonada y hot dog, en su formulación óptima.

3. Evaluar el perfil de ácidos grasos en los productos cárnicos optimizados obtenidos.
4. Evaluar la estabilidad de los productos optimizados elaborados durante su conservación a temperaturas de refrigeración.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco epistemológico de la investigación

El enfoque epistemológico que sirve de marco al presente estudio se basa en el paradigma lógico-positivista que postula la existencia de una realidad objetiva que se puede conocer empíricamente y desde la experiencia a través de métodos cuantitativos, construyendo modelos que permitan explicar y predecir los fenómenos.

La investigación es de tipo cuantitativo y para la construcción del conocimiento se emplea el modelo de razonamiento lógico-deductivo analizando hechos objetivos. Con criterio lógico se ha identificado el problema, se justifica la investigación y se propone hipótesis de trabajo. El modelo permite desde la teoría, la definición operacional, la medición de la definiciones operacionales, el recojo de datos, el análisis y la comprobación de la hipótesis. Así mismo se busca relaciones de causalidad entre las variables.

Los datos son recogidos a través de procedimientos descriptivos y analíticos, aplicando métodos analíticos validados para la cuantificación de las variables dependientes, y el análisis de la información se realiza mediante métodos estadísticos estándares. Todo lo anterior con el objetivo de medir la realidad y sistematizarla para conocer objetivamente su magnitud y las conclusiones que se puedan inferir.

2.2 Antecedentes de investigación

Se han realizado numerosos trabajos evaluando la factibilidad de elaboración de diversos alimentos cárnicos procesados, con la modificación de su formulación tradicional, obteniendo resultados exitosos.

Los primeros estudios realizados sobre reformulación de productos cárnicos consistieron en el reemplazo parcial de grasa animal (disminuyendo así de 30g/100g a 20g/100g) por agua, con la simultanea incorporación de aislado de proteína de soya para reducir las pérdidas de los productos (Sofos y Allen, 1977). Posteriormente, se trabajó en el cambio del perfil lipídico de los productos, para complementar la reducción del tenor graso, empleando aceites de origen vegetal. Así Bloukas y Paneras (1994) reemplazaron grasa porcina, en salchichas magras, por aceites vegetales (oliva, maíz, girasol y soya) preemulsionadas con caseinato, obteniendo productos más saludables, de menor valor calórico, colesterol y contenido de ácidos grasos saturados, e incrementando los insaturados. Otros autores (Park, J.W., Rhee, K., Keeton, J., y Rhee, K. 1989) estudiaron salchichas magras que contenían aceite de girasol de alto nivel de ácido oleico o aceite de pescado, encontrando que las últimas presentaban flavor indeseable y problemas de textura. Por el contrario Park, J.W., Rhee, K., y Zipri, Y. (1990) formularon salchichas magras con aceite de girasol de alto oleico encontrando características similares al producto tradicional. Yilmaz, I., Şimşek, O. y Işıklı, M. (2002) lograron salchichas de carne vacuna y pollo con grasa de aceite de girasol y almidón, con buenas características fisicoquímicas y sensoriales. Lurueña-Martinez, M.A., Vivar-Quintana, A.M., y Revilla I. (2004) redujeron la grasa de cerdo y la sustituyeron por aceite de oliva en salchichas mediante el agregado de goma xántica y garrofin con buenos resultados sensoriales y de textura. Muguerza, Ansorena y Astiasarán (2003) sustituyeron grasa porcina por aceite de soya en el producto *Chorizo de Pamplona* y obtuvieron menores valores de IP y TBA en los productos elaborados con este aceite a pesar de los mayores tenores de ácidos grasos insaturados (linoleico y α - linolénico) encontrados. En el mismo trabajo no se observaron diferencias

significativas en el tenor de colesterol, ni en el análisis de color, ni en el atributo de rancidez del análisis sensorial, entre los tratamientos con aceite de soya y el control con grasa porcina. Ambrosiadis, Vareltzis y Georgakis, (1996) estudiaron diferentes niveles de utilización de aceite de soya, girasol, algodón, maíz y palma en salchichas y salamis donde el aceite de soya presentó menor calificación sensorial cuando fueron comparadas al control y a los productos elaborados con los otros aceites. Así como los demás aceites citados, la utilización del aceite de soya requiere ser evaluada en otros productos cárnicos, dada la diversidad de resultados de la literatura.

Andrés, S. C., Zaritzky, N. E. y Califano, A. N. (2008) formularon salchichas de pollo, empleando una combinación de gomas xántica y guar con suero lácteo para lograr productos con un contenido de grasa reducido (0 – 5%) y posteriormente reemplazaron la grasa vacuna por aceite de calamar logrando un alimento con un perfil lipídico saludable y buena aceptabilidad sensorial (Andrés, S. C., Zaritzky, N. E., y Califano, A. N. 2009). Los sucesivos avances tecnológicos junto con el desarrollo de diversos productos sustitutos de grasa permitieron reducir de manera muy significativa el contenido de lípidos de estos productos. La incorporación de proteínas de soya en salchichas de carne de búfalo con 10% de lípidos permitió obtener características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales similares a las formulaciones tradicionales (Ahmad, S., Rizawi, J.A., Srivastava, P.K. 2010). Más recientemente Jiménez-Colmenero (2013) empleó aceites de oliva, lino y de origen marino para obtener un embutido seco y fermentado reducido en grasa con un mejor perfil de ácidos grasos, sin embargo esta modificación produjo una reducción en la dureza y un aumento en la cohesividad del producto y afectando negativamente los parámetros sensoriales respecto a un control.

Debido a la gran variabilidad de productos cárnicos y al elevado número de alternativas empleadas para su modificación, la reformulación de los mismos implica un proceso complejo donde se deben considerar múltiples alternativas debiéndose asegurar el valor nutricional, inocuidad y buena aceptabilidad del producto. Vandemiessche (2008) hace una interesante proyección y propone algunos lineamientos y desafíos a

futuro que se deberán abordar en la elaboración de productos cárnicos. Se deberán maximizar los aspectos relacionados a la calidad microbiológica, se profundizarán aspectos relacionados a la salud lo que implica una reducción de grasa y la sal de estos productos. Finalmente se profundizarán las cuestiones medioambientales como el bienestar animal y el concepto de huella de carbono.

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Productos cárnicos emulsionados

En el pasado, la producción de productos cárnicos emulsionados se consideraba más un arte que una ciencia. Sin embargo, con el crecimiento de la industrialización de la carne y de su importancia económica, se hizo necesaria una mejor comprensión de los principios involucrados en la preparación de estos productos, así también las nuevas tecnologías y equipos promovieron nuevas y eficaces maneras de exponer la proteína de la carne para después, emulsionarlas con la grasa. Una emulsión cárnica puede definirse como una suspensión coloidal de dos líquidos inmiscibles, pero que, sin embargo, permanecen dispersas el uno en el otro por la acción de un agente interfacial en el alimento, que es la proteína. Cuando la carne, la grasa, el agua y la sal se mezclan y se someten a alta velocidad de trituración, se forma una masa homogénea con características de la emulsión, puesto que los tres componentes básicos para formarla están presentes (agua, grasa y proteína). La formación de la emulsión se compone de dos transformaciones relacionadas: (1) hinchazón de la proteína y formación de una matriz viscosa, y (2) emulsificación de las proteínas solubilizadas con los glóbulos de grasa y agua (Hedrick, 1994). La proteína cárnica, especialmente la miofibrilar, por tener un resto hidrófobo (apolar) y otro hidrófilo (polar) actúa sobre la interface entre la grasa y el agua, permitiendo la formación de

la emulsión. En el mercado peruano, los productos emulsionados más destacados son: jamonada, hot dog, mortadela, chorizos, jamón inglés, jamón del país y patés.

Los productos cárnicos emulsionados tales como la jamonada y el hot dog, son de masivo consumo y muy populares a nivel nacional como en el mercado de comida rápida. Según la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Lima, el consumo per cápita en el Perú, de productos cárnicos emulsionados (embutidos y jamones) fue al 2012 de 2,2 kg, estando este mercado en pleno crecimiento debido a la apertura de nuevos supermercados en el interior del país y a la mejora de las condiciones económicas de sus habitantes (ICEX, 2013). El hot-dog y la jamonada son los embutidos más consumidos en el Perú, cuyo consumo va en aumento cada año. Son conocidos por su color rosa, delicado sabor, corteza fina, dulce aroma y como apetitoso ingrediente. El precio asequible y las características de los condimentos son los principales factores que incrementaron la demanda de estos embutidos en el país.

2.3.2 Jamonada

El artículo 196° literal b del RSA, (1984) define a la jamonada como un embutido escaldado constituido por una masa hecha a base de un mínimo de 15 % de carne de bovino y/o porcino y un máximo de 26 %, 15 % y 13 % de tejido graso de porcino, de pellejo de porcino y de “otras carnes” respectivamente, todo lo cual, excepto algunos trozos de carne de porcino, debe estar perfectamente triturado y mezclado, a lo que se agregan condimentos uniformemente distribuidos. Opcionalmente, además puede agregarse, en un máximo de 15 %, una mezcla de partes iguales de almidón o fécula (como ligante) y harina de soya.

El procesamiento de la jamonada comprende las etapas de selección y pesado de insumos y materias primas, cortado, curado y molido de las carnes, pre mezcla de

las materias primas e ingredientes, emulsificación, adición de carne magra en trozos, embutido, escaldado (tratamiento térmico), enfriamiento y almacenamiento. Un aspecto importante se refiere a la emulsificación, la cual puede ser hecha por dos principios: emulsificación con “cutters” o con emulsificadores (Olivo, 2006).

2.3.3 Hot dog

Es un embutido escaldado constituido por una masa hecha a base de 32 % de carne de bovino y/o porcino como mínimo y un máximo de 26 %, 16 %, 13 % y 3 % de tejido graso de porcino, de pellejo de porcino, de “otras carnes” y de verduras (cebollas y/o ajos) respectivamente, todo lo cual debe estar perfectamente triturado y mezclado con agregados de condimentos uniformemente distribuidos, pudiéndoseles agregar además. Opcionalmente puede agregarse además, en un máximo de 10 %, una mezcla de partes iguales de almidón o fécula (como ligante) y harina de soya siendo su longitud de 15 centímetros (RSA, 1984). El procesamiento del hot dog, esencialmente, sigue las mismas etapas de la elaboración de la jamonada diferenciándose en la formulación y en el tipo de envoltura utilizada para su embutido.

2.3.4 Lípidos y su implicancia en la salud

La grasa de la carne vacuna y porcina es una fuente importante de ácidos grasos saturados y monoinsaturados (AGS y AGMI) y presenta una escasa cantidad de ácidos grasos poliinsaturados como se indica en la Figura 1.

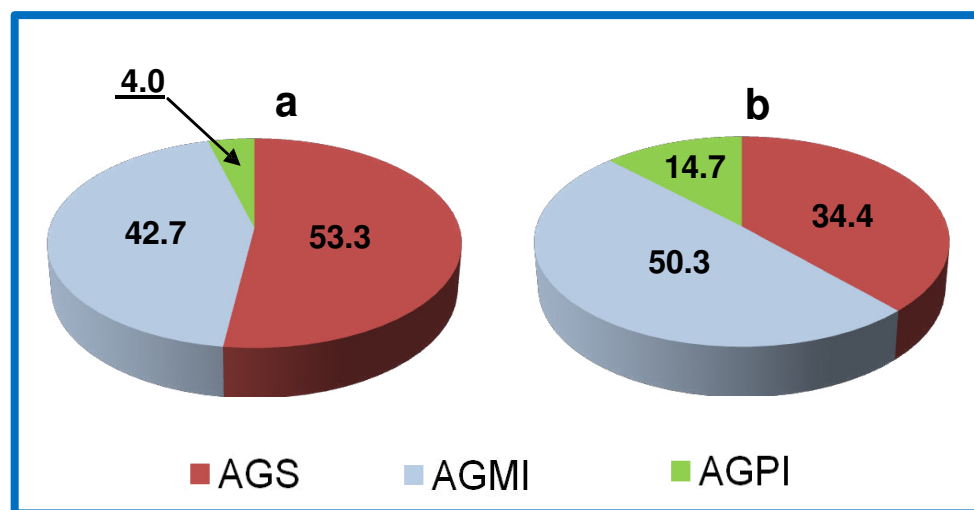


Figura 1. Composición aproximada de ácidos grasos en carne a) vacuna y b) porcina. Fuente: García, 2009.

En las células del tejido muscular, los lípidos se encuentran bajo la forma de triacilgliceroles y fosfolípidos. La mayor proporción de fosfolípidos se encuentra en la membrana plasmática. Sin embargo el perfil de los lípidos varía cuanti y cualitativamente con el nivel de dieta, especie animal, tipo de músculo y fibras (Wagner y Añon, 1986).

La grasa presente en la carne se puede encontrar como grasa intermuscular, subcutánea o intramuscular. Esta última se ubica entre las fibras musculares y es la única que no puede ser eliminada mecánicamente mediante métodos sencillos y tiene un elevado porcentaje de AGS. Este perfil de ácidos grasos dista mucho del requerido para una alimentación saludable, por lo que su excesivo consumo constituye un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades coronarias y vasculares (Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, y A., Raats, J. G. (2009). De otro lado la Organización Mundial de la Salud (OMS 2015) ha lanzado la alerta sobre la necesidad de limitar el consumo de grasas fuentes de ácidos grasos saturados, porque sus ingestas están asociadas al desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Consecuentemente sería deseable incrementar

los niveles de AGPI en la dieta, tal como aconseja la OMS (2008, 2015) debido a que – por el contrario- su consumo aporta múltiples beneficios para la salud.

La mejor forma de aumentar el aporte de AGPI n-3 a la dieta es a través del consumo de mayores cantidades de pescados y mariscos que son ricos en ácido eicosapentanoico o EPA y docosahexanoico o DHA (Asís, A., Banzi, R., Buonocore, C.D., Muzio, M.F., Vitacolonna, M., y Garattini, S. 2006) y del consumo de aceites y semillas (ricas en ácido alfa-linolénico o ALA) tales como el aceite de lino, canola y soya. Sin embargo, la resistencia de la población a los cambios de hábitos en la dieta sugiere que hay un mercado posible de alimentos frecuentemente consumidos, como los alimentos cárnicos procesados, que podrían ser reformulados para incorporarles ingredientes más beneficiosos para la salud y/o reducir la cantidad de los componentes que desafortunadamente están asociados a riesgos de enfermedades.

Durante la última década, los requerimientos de los consumidores en el campo de la producción de alimentos han cambiado sustancialmente. Los consumidores cada vez más consideran que la alimentación contribuye directamente a su salud. De este modo, se tienen en cuenta a los alimentos que no sólo satisfagan el hambre y que provean los nutrientes necesarios, sino que además y especialmente prevengan enfermedades relacionadas con la nutrición y que mejoren el bienestar físico y mental. Recientemente, el término “alimento funcional”, en este caso particular, “carne funcional”, hace referencia a la carne modificada por el agregado de ingredientes considerados beneficiosos para la salud o por eliminación o reducción de componentes que son considerados perjudiciales (Bigliardia y Galatib, 2013). Existen distintas alternativas tecnológicas para mejorar la calidad nutricional de la fracción lipídica de las distintas categorías de productos cárnicos procesados. Puede reemplazarse total o parcialmente la fuente de ácidos grasos por otra fuente de ácidos grasos más saludables.

2.3.5 Ácidos grasos poli-insaturados (AGPI)

Los ácidos grasos poli-insaturados (AGPI) se reconocen como constituyentes esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de los animales. Este grupo de ácidos grasos incluye el ácido alfa-linolénico (ALA, 18:3 n-3) ácido eicosapentaenoico (DPA, 22:5 N-3) y ácido docosa hexaenoico (DHA, 22:6 n-3) representados en la Figura 2.

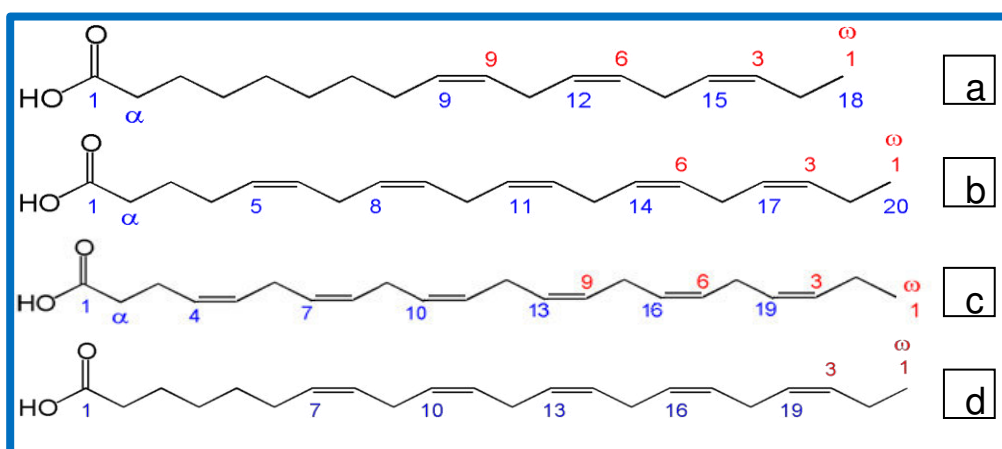


Figura 2. Principales ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AGPI n-3)

a) ALA; b) EPA; c) DHA y d) DPA. Fuente: García, 2009.

Los ácidos grasos n-3 tales como el DHA participan en el crecimiento del cerebro e hígado durante la etapa de desarrollo (Martinez y Ballabriga, 1987) y juegan un papel importante en la prevención y tratamiento de diversos tipos de enfermedades. Diversos estudios han demostrado que los ácidos grasos n-3 pueden retrasar la aparición de un tumor, inhibir la tasa de crecimiento y disminuir el tamaño y número de tumores (Funahashi, H., Satake, M., Hasan, S., Sawai, H., Reber, H. A., Hines, O. J. y Eibl, G., 2006; Kim, J.Y., Park, H.D., Park, E.J., Chon, J.W. y Park, Y.K. 2009). Altos niveles de AGPI n-3 de cadena larga en la dieta mostraron estar asociados al desarrollo del sistema nervioso central (SNC) mientras que un defecto de éstos se relaciona con algunos trastornos neurológicos (Asís y col., 2006). El ácido alfa-linolénico (ALA) es esencial puesto que no es sintetizado por el

organismo y debe obtenerse a través de la dieta. El EPA y DHA pueden sintetizarse por el organismo a partir del ALA de la dieta (Figura 3) pero normalmente en una cantidad insuficiente a partir de los cinco años de edad.

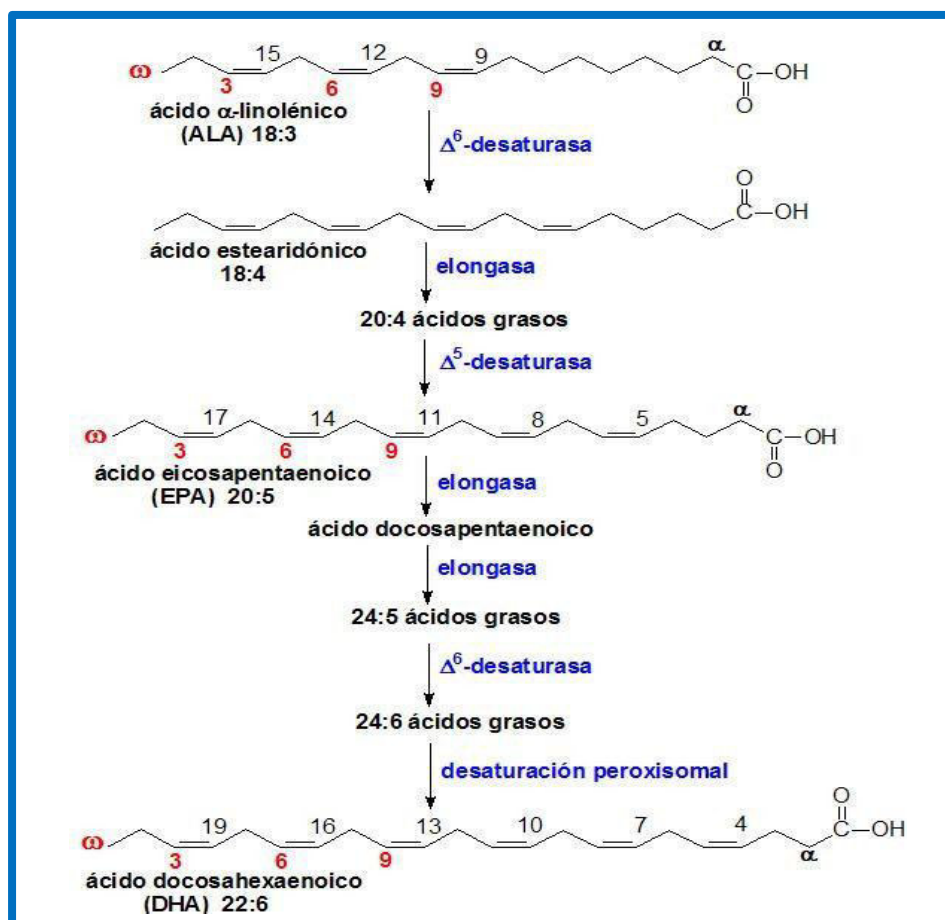


Figura 3. Esquema de la ruta metabólica de conversión de ALA en EPA y DHA.

Fuente: García, 2009.

Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2004) sobre el consumo de lípidos incluyen la disminución del consumo de grasas saturadas y el incremento de insaturadas. Por otra parte la American Heart Assosiation (AHA, 2013) recomienda varios hábitos para lograr una alimentación más saludable, con un mejor perfil de ácidos grasos. Sin embargo debido a que la relación óptima de n-

6/n-3 de la ingesta, varía según el individuo, resulta difícil definir relaciones exactas, por lo que se sugieren tendencias como que, la mayoría de las grasas de la dieta deben ser mono o poliinsaturadas. La AHA (2013) recomienda una ingesta de AGPI n-6 de 5 a 10% de las calorías diarias totales. Es importante que la relación n-6/n-3 no sea elevada ya que existe una competencia por las enzimas que procesan a estos ácidos grasos, diferenciándose de la familia n-9.

Los productos cárnicos constituyen una parte significativa de nuestra dieta y ellos representan una de las principales fuentes de la grasa dietaria. Las relaciones de ácidos grasos poli-insaturados/saturados (AGPI/AGS) y n-6/n-3 de algunas carnes y productos cárnicos se alejan mucho de los valores recomendados por ello, cambios en la cantidad y el perfil lipídico de dichos productos podrían ayudar a incrementar su calidad nutricional (Fernández-Ginés, J.M., Fernández-López, J., Sayas-Barbera, E., y Perez-Alvarez, J.A. 2005; Jiménez-Colmenero, 2007; Vandendriessche, 2008).

2.3.6 Micronutrientes presentes en los productos cárnicos

La razón por la que los alimentos cárnicos son una fuente esencial de algunos micronutrientes se debe al hecho de que la carne es el único origen o tiene una biodisponibilidad mucho mayor para los mismos. Dos importantes micronutrientes presentes solamente en la carne son las vitaminas A y B12. Ambas no se pueden compensar con provitaminas de origen vegetal. La provitamina B12 no existe y la provitamina A, el β -caroteno, debe ser consumido en cantidades elevadas debido a una pobre tasa de conversión (1:12). Asimismo, el hierro tiene una mayor biodisponibilidad cuando se deriva de carne como hierro hemínico que el hierro de origen vegetal. Del mismo modo, el ácido fólico tiene una mayor biodisponibilidad, de casi 10 veces, en carnes (especialmente hígado) y huevos que en verduras. En consecuencia, una baja ingesta de carne (incluyendo hígado)

está asociada a un riesgo de deficiencias en los micronutrientes mencionados (Biesalski, 2005).

2.3.7 Utilización de aceites vegetales en productos cárnicos

La carne y los productos cárnicos son importantes por sus características nutricionales y sensoriales. Además de ello, la carne es muy importante debido a las propiedades tecnológicas de sus proteínas. La cantidad de grasa en la formulación de los productos cárnicos, su nivel de saturación y su composición de ácidos grasos son los factores de mayor importancia para la calidad del producto y para la salud del consumidor (Zorba y Kurt, 2008). Los impactos negativos del consumo de grasas de origen animal en la salud humana han motivado el desarrollo de alimentos cárnicos funcionales (Arihara, 2006) y en esta línea de investigación se han realizado estudios que están enfocados en la sustitución de la grasa animal por aceites vegetales, y cuyos resultados indican una mejora de la calidad nutricional de los productos cárnicos (Ambrosiadis, J., Vareltzis, K.P. y Georgakis, S.A. 1996; Pappa, I.C., Bloukas, J. G., Arvanitoyannis, I. S. 2000). Aceites como los de linaza, oliva, y soya modifican el perfil de ácidos grasos de productos como los chorizos fermentados (Muguerza y col., 2001; Muguerza, Ansorena y Astiasarán, 2003; Ansorena y Astiasarán, 2004).

Es frecuente que los consumidores asocien la grasa de origen animal con una imagen negativa, de poseer alta cantidad de colesterol y de ser promotor de cáncer y dolencias del corazón. La grasa dorsal porcina, o tocino, es conocida como una grasa “dura” de tejido adiposo de la región dorso-abdominal del animal, entre el músculo *Longissimus dorsi* y la piel. Su alto tenor en ácidos grasos saturados justifica su prolongado uso en la manufactura de los productos cárnicos debido a su efecto en el sabor y en la textura del producto final (Ospina-E., 2009).

El reemplazo de grasas animales por aceites vegetales ha sido reconocido como una interesante vía para modificar el perfil de ácidos grasos y disminuir la presencia de colesterol (Muguerza y col., 2004; Jiménez-Colmenero, 2007). Los aceites vegetales aportan ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) por lo que su incorporación puede tener efectos positivos sobre la salud de los consumidores.

Además, los aceites vegetales son también una fuente importante de tocoferoles y fitoesteroles. Así, una gran variedad de aceites vegetales (oliva, lino, girasol, soya, maíz, canola, palta) se han incorporado en productos cárnicos tales como salchichas, hamburguesas, embutidos fermentados, embutidos cocidos, etc. (Bloukas y col., 1997; Pappa y col., 2000; Valencia y col., 2006; Yilmaz y col., 2002; Rueda-Lugo y col., 2006; Choi y col., 2009 y 2010; Rodríguez-Carpena y col., 2012).

Desde el punto de vista tecnológico, las grasas en los productos cárnicos cumplen un rol importante en la estabilización de las emulsiones cárnicas y en la reducción de las pérdidas por cocción, proporcionando una adecuada capacidad de retención de agua, se ha demostrado además, que la grasa tiene una gran influencia en el aroma característico de los productos cárnicos. La mayoría de los componentes volátiles responsables del flavor son liposolubles y el equilibrio entre la generación y la liberación de dichos compuestos desde la matriz del alimento tiene un impacto decisivo en la sensación olfativa. Los lípidos influyen en la estabilidad fisicoquímica del flavor, por lo que la disminución del contenido de grasa puede resultar en la reducción de la intensidad del flavor característico de dichos alimentos (Estévez, M., Ventanas, S. y Cava R., 2005). Así, el tipo y concentración de la materia grasa puede ejercer su influencia en las características del producto, modificando su perfil de aroma, ya que algunos de los compuestos volátiles son generados por la oxidación lipídica y su interacción con otros componentes de los alimentos. Los productos bajos en grasa suelen no tener el mismo grado de aceptabilidad, en términos de palatabilidad y apariencia. Por ello,

los nuevos productos deben ofrecer buenos atributos de calidad, al menos similares a los del producto al cual los consumidores están habituados.

El tipo y cantidad de grasa utilizada afecta las características sensoriales, nutricionales y tecnológicas del producto manufacturado (Jiménez-Colmenero, 2000). Los aspectos a considerar en la reformulación de productos cárnicos referidos a la fracción lipídica son: cualitativos (modificación de la composición de ácidos grasos) y cuantitativos (reducción de grasa de origen animal).

- a) Factores nutricionales:* Desde el punto de vista fisiológico, las grasas desempeñan funciones de vital importancia como fuente de energía, proporcionan ácidos grasos esenciales y son el vehículo de las vitaminas liposolubles. Los ácidos grasos esenciales (ácidos linoleico y linolénico) son necesarios como constituyentes de las membranas biológicas y precursores de otros compuestos tales como las prostaglandinas, las cuales regulan un gran número de funciones fisiológicas (Lee, S., Hernandez, P., Djordjevic, D., Faraji, H., Hollender, R., Faustman, C., y Decker E.A. 2006b).
- b) Factores de seguridad:* La mayor actividad acuosa de los productos con bajo tenor graso puede ser un potencial factor de crecimiento microbiano. La adición de agua e ingredientes no cárnicos implica un incremento de la humedad por lo tanto, la reducción de grasas está sujeta a limitaciones microbiológicas y puede incidir en la vida útil del producto. El mayor nivel de humedad en estos productos implica además que se requiere un mayor tiempo de cocción para alcanzar la misma temperatura interna y garantizar la seguridad del alimento (Jiménez Colmenero, 2000).
- c) Factores Tecnológicos:* Desde el punto de vista tecnológico, la grasa es un ingrediente importante en los productos cárnicos procesados ya que influye en la textura, jugosidad, palatabilidad y apariencia general, contribuyendo además a las propiedades reológicas del producto y a la formación de emulsiones estables (Totousaus y Pérez-Chabela, 2009; Jiménez Colmenero, 2000). El reemplazo de

grasas saturadas por otras insaturadas, si bien proporciona ventajas nutricionales, producirá modificaciones en las propiedades fisicoquímicas del producto final.

Las posibilidades de reducción de la fase grasa dependen de la naturaleza del producto (corte magro, sistemas gel/emulsión, grado de desintegración, coexistencia de estructuras de distinta granulación), de su composición, del tipo de procesamiento requerido (emulsificantes, tratamiento térmico, curado, secado, ahumado). Las grasas vegetales incorporadas a los productos cárnicos pueden ser aceites líquidos o grasas plásticas. Las características de la grasa son determinantes de las propiedades texturales del producto. La utilización de “shortenings” (mantecas) de palma en la elaboración de salchichas de pollo fue realizada por Tan, S., Aminah, A., Zhang, X. y Abdul, S., (2006). A fin de obtener emulsiones estables es necesario considerar que los aceites, fluyen fácilmente y se incorporan rápidamente a las mismas, mientras que las grasas requieren una mayor cantidad de energía para lograr su dispersión.

Además, deben contemplarse diversos aspectos durante el procesamiento como temperatura, tiempo, utilización de agentes emulsionantes, para evitar la ruptura de dichas emulsiones. Los aceites vegetales poseen un mayor tenor de ácidos grasos poliinsaturados, lo que puede ocasionar problemas tecnológicos y sensoriales al producto, como ser más susceptibles al proceso oxidativo (Maw, 2003). Varios estudios han demostrado que la simple reducción de cantidad de grasa animal en los productos cárnicos puede traer problemas sensoriales, entre los cuales está el aumento de firmeza (Foegeding y Ramsey, 1986; Park y col., 1989) y una reducción de la jugosidad (Park y col., 1989). Paneras, Bloukas y Fillis (1998) reportaron que salchichas con bajo tenor de grasa, elaborados con aceites vegetales eran más firmes y menos succulentas, sin por ello afectar la aceptación global del producto, en otras palabras las cualidades nutricionales y tecnológicas del tocino son inversamente proporcionales (Hugo y Roodt, 2007).

Jiménez-Colmenero, Carballo y Cofrades (2001) recomiendan la adición de ácidos grasos mono y poliinsaturados en el desarrollo de productos cárnicos funcionales en sustitución de la grasa animal. Varios estudios han mostrado varias alternativas a la grasa animal, como maltodextrina, hidrocoloides, almidones, fibras y aceites vegetales, siendo los resultados dependientes de la composición del producto y de los niveles utilizados (Muguerza y col., 2001; Ospina-E., 2009). La utilización de aceites vegetales guarda relación con la textura, capacidad emulsificante y estabilidad de los productos cárnicos y, como la grasa animal ejerce un papel importante en el procesamiento y las características de los productos cárnicos, hay dudas sobre la cantidad máxima de grasa animal de la formulación que puede ser sustituida, en referencia a la pérdida de calidad del producto. Los aceites vegetales pueden causar problemas de calidad dependiendo del producto que será elaborado y del nivel de sustitución de grasa animal. Luego son necesarios nuevos estudios enfocando nuevos aceites vegetales, determinando el nivel de sustitución más adecuado y su impacto en la calidad de los productos. El efecto de cada aceite, en un producto que posee entre grasa animal en sus formulación, permitirá hacer innovaciones en la fabricación de emulsiones cárnicas (Zorba y Kurt, 2008).

Por lo anterior podemos establecer que la calidad nutricional de la fracción lipídica de un alimento está relacionada con su perfil de ácidos grasos, el cual, a su vez, puede ser modificado a través de la alimentación de animales, para consumo humano, con dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados, como el aceite de pescado, aceite de linaza, y el aceite de soja, o también puede ser modificado a través del procesamiento de los productos cárnicos, adicionando aceite de origen vegetal en las formulaciones, sustituyendo la grasa animal usualmente saturada (Valencia y col., 2008). Esta última alternativa fue la utilizada en el presente trabajo.

2.3.8 Aceite de soya

La soya (*Glicine max*) es una leguminosa nativa de regiones cálidas del sur de Asia, pero más del 50 % de su actual producción proviene de los Estados Unidos y América del Sur. El grano de soya se caracteriza por tener un elevado contenido lipídico (20 %) proteico (40 %) y también tiene lecitinas; éste aceite es fuente de ácidos grasos esenciales poliinsaturados, sobre todo de ácido linoleico y ácido alfa-linolénico. (Tabla de Composición de Alimentos del Perú, 2000). El aceite de soya se extrae de las semillas por métodos mecánicos y químicos o la combinación de ambos y es uno de los aceites de mayor producción mundial junto al aceite de palma.

En el Perú, un equipo de investigadores han señalado la importancia que tienen, en la alimentación humana los aceites de origen vegetal y el de soya en particular por su alto perfil de ácidos grasos insaturados que presente y que son del orden de 58 % para 18:2 y 9 % para 18:3 (Hernández y col.,1999). Por sus propiedades especiales y únicas está indicado para un vasto número de aplicaciones, tales como preparación de margarinas, aceite para salsas, mayonesa, productos horneados, frituras, etc. (Moretto y Fett, 1998). El uso del aceite de soya en emulsiones y como sustituto de grasa animal está siendo estudiado y de acuerdo con Zorba y Kurt (2008) presentó buenos valores de estabilidad en emulsiones cárnicas, obteniendo valores mayores que el aceite de girasol y de oliva. También se le emplea, al aceite de soya, en cosmética por sus propiedades antioxidantes, hidratantes, suavizantes y reestructuradoras de la piel.

2.3.9 Oxidación lipídica

Los lípidos en los alimentos están sujetos a una serie de reacciones que pueden llevar a modificaciones en su estructura, afectando su valor nutricional y su calidad sensorial en atributos como color, olor, sabor y textura (Hisieh y Kinsella, 1989;

Donnelly y Robinson, 1995). La oxidación lipídica es una de las principales reacciones deteriorativas de aceites y grasas y pueden ocurrir durante el procesamiento, almacenamiento, distribución y en la preparación de los alimentos y es responsable por las apariciones de olores y sabores desagradables, tornándolos impropios para el consumo. Además de eso la oxidación provoca otras alteraciones como la pérdida de calidad nutricional de los alimentos con la formación de compuestos potencialmente tóxicos (Frankel, 1980; Kahl y Hildebrant, 1986; Kubow, 1993; Aruoma 1994; Nawar 1996; Araújo, 1999; Brum, 2009).

Los ácidos grasos insaturados son las estructuras más susceptibles al proceso oxidativo, habiendo una dependencia directa entre el grado de insaturación y la susceptibilidad a la oxidación. La reacción ocurre entre el oxígeno atmosférico y los carbonos adyacentes a los dobles enlaces de la cadena de los lípidos, y la reactividad aumenta de acuerdo con el número de insaturaciones de la cadena. La reacción de oxidación produce peróxidos e hidroperóxidos, productos iniciales inertes, los cuales a través de una serie de reacciones paralelas, se descomponen en productos secundarios como aldehídos y cetona, los cuales confieren un olor rancio a los alimentos. Las rutas de formación de peróxidos, hidroperóxidos y compuestos carbonilos (aldehídos y cetonas), pueden ocurrir por procesos denominados oxidaciones catalizadas por enzimas lipooxigenasas, fotoxidación y Autooxidación (Lheninger, 1990).

2.3.9.1 Oxidación catalizada por enzimas

La vía de formación de los hidroperóxidos catalizada por lipoxigenasas está caracterizada como una forma distinta de iniciación (Adegoque, 1998), que ocurre por la acción de las enzimas lipoxigenasas, que actúan sobre los ácidos grasos poliinsaturados, catalizando la adición de oxígeno a la cadena hidrocarbonada poliinsaturada. El resultado es la formación de peróxidos e hidroperóxidos con dobles enlaces conjugados, que pueden transformarse en diferentes reacciones degradativas (Ramalho y Jorge, 2005).

2.3.9.2 *Fotooxidación*

El mecanismo de fotooxidación de grasas insaturadas es promovida esencialmente por la radiación UV en presencia de foto sensibilizadores (clorofila, mioglobina, riboflavina y otros), que absorben en el rango de longitud de onda visible y se transfiere al oxígeno generando el estado singlete (Berger y Hamilton, 1995). El oxígeno singlete reacciona directamente con los dobles enlaces generando peróxidos e hidroperóxidos diferentes de aquellos observados en ausencia de luz y sensibilizadores, y por degradación posterior originan aldehídos, cetonas y alcoholes (Silva, Borges y Ferreira, 1999).

2.3.9.3 *Autooxidación*

Es el principal mecanismo de oxidación de los aceites y grasas. Hay una secuencia clásica de reacciones interrelacionadas para explicar el proceso de autooxidación de los lípidos, en que el oxígeno reacciona con los ácidos grasos insaturados y que ocurre en tres etapas:

- a)Iniciación:** En esta etapa ocurre la formación de radicales libres de los ácidos grasos insaturados debido a la retirada de un hidrógeno del carbono alílico en la molécula de ácido graso, en condiciones favorecidas por luz y calor.
- b)Propagación:** En esta etapa los radicales libres reaccionan con el oxígeno para formar los radicales peroxilo, los cuales reaccionan con la molécula del lípido, formando hidroperóxidos, que al descomponerse generan nuevos radicales libres. Los hidroperóxidos son llamados productos de primera oxidación y pueden ser utilizados como indicadores de calidad y estabilidad de aceites. La velocidad de oxidación lipídica está limitada por la etapa de propagación (Spiteller y Spiteller, 1998).

c) Términación: En esta etapa ocurren reacciones entre los propios radicales originando otros radicales y siendo que la reacción de dos radicales requiere baja energía de activación y tienen como resultado de la reacción productos estables (productos secundarios de oxidación) como aldehídos y cetonas los cuales son causantes de los olores y sabores característicos de los lípidos y alimentos enranciados. (Berger y Hamilton, 1995).

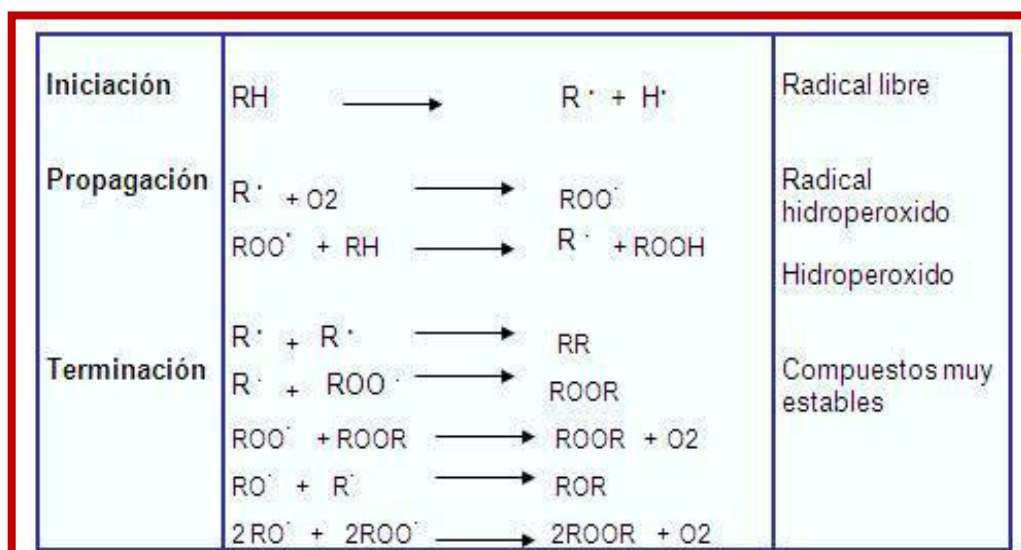


Figura 4. Esquema de la autooxidación lipídica.

Fuente: Ramalho y Jorge, 2005.

Para evitar la autooxidación de aceites y grasas, se hará necesario suprimir todos los factores que la promueven, manteniendo al mínimo los niveles de energía (temperatura y luz) que son responsables del proceso de desencadenamiento de la formación de radicales libres, evitando la presencia de trazas metálicas en la grasa, evitando al máximo el contacto con el oxígeno y bloqueando el proceso de formación de radicales libres a través de la adición de antioxidantes, los cuales, cuando son adicionados en pequeñas cantidades, actúan interfiriendo el proceso de oxidación de los lípidos (Ramalho y Jorge, 2005). Los productos cárnicos,

especialmente la jamonada, son comercializados muchas veces expuestos a la presencia de la luz, además de ello los lípidos son uno de sus principales constituyentes, por esta razón, son productos susceptibles al proceso oxidativo, por ello, la adición de aceites vegetales en su fabricación debe ser cuidadosamente evaluada desde el punto de vista del deterioro oxidativo; y esto se justifica pues los aceites vegetales son ricos en ácidos grasos insaturados.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación es de tipo analítico - experimental. Se realizaron pruebas para determinar la mejor formulación de los productos jamonada y hot dog, utilizando 3 diferentes concentraciones de aceite de soya en sustitución de grasa porcina.

3.2 Unidad de análisis

Constituida por los productos diseñados y elaborados (jamonada y hot-dog) con tres niveles de sustitución de la grasa de cerdo por el aceite de soya. Estos niveles fueron: 50, 75 y 100 % de sustitución de la grasa de cerdo, y además estándar o control con 100% de grasa de cerdo por cada producto (jamonada y hot dog).

3.3 Población de estudio

Se procesaron en total 72 kilos de embutidos, 36 kilos de jamonada y 36 kilos de hot dog, correspondiendo a 6 kilos por cada formulación de cada uno de los productos elaborados.

3.4 Tamaño de muestra

Constituida por los 6 kilos de cada uno de los productos embutidos elaborados (jamonada y hot dog) para continuar con el estudio.

3.5 Selección de la muestra

Los productos embutidos elaborados se sometieron a pruebas de aceptabilidad de producto a través del análisis sensorial, por el método de escala hedónica de aceptación-rechazo (Ver ficha de evaluación en Anexos 1A y 1B).

3.6 Técnicas de recolección de datos

3.6.1 *Elaboración de productos embutidos*

El estudio se realizó en dos etapas:

1^{ra} Etapa:

Se elaboraron ocho productos embutidos de 6 Kg cada uno, para el estudio de aceptabilidad y poder seleccionar la formulación de sustitución optima:

- Jamonada con grasa dura de cerdo (**producto estándar**).
- Jamonada con 50 % de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.
- Jamonada con 75 % de aceite de soya en sustitución de grasa dura de cerdo.
- Jamonada con 100 % de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.
- Hot dog con grasa dura de cerdo (**producto estándar**).
- Hot dog con 50 % de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.
- Hot dog con 75 % de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.
- Hot dog con 100 % de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.

2^{da} Etapa:

Se elaboraron cuatro productos embutidos, de 6 Kg cada uno, para la evaluación correspondiente:

- Jamonada con grasa dura de cerdo (**producto estándar**).
- Jamonada con el porcentaje óptimo de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.
- Hot dog con grasa dura de cerdo (**producto estándar**).
- Hot dog con el porcentaje óptimo de aceite de soya en sustitución de la grasa dura de cerdo.

Los insumos fueron adquiridos en un supermercado de abasto controlado por la autoridad sanitaria, ubicado en el distrito de Los Olivos. Se procesaron el mismo día de su adquisición.

El proceso de elaboración de los embutidos se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Manuel Arévalo Cáceres” por contar con la infraestructura y disponibilidad de equipamiento científico, adecuado para la elaboración de los productos cárnicos. Los análisis físicos y sensoriales preliminares, en una muestra piloto, se realizaron en el laboratorio de tecnología nutricional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM. Los análisis para la determinación de ácidos grasos y composición proximal se realizaron en los laboratorios de la empresa Certificaciones del Perú S.A. (CERPER) y el microbiológico en los laboratorios de la empresa Certificaciones y Calidad S.A.C. (CERTIFICAL) para efectos de imparcialidad.

Los equipos y maquinarias que se emplearon fueron los siguientes:

a) PICADORA-EMULSIONADORA (“CUTTER”)

Marca: **TALSA**

Modelo: **K15**

Capacidad: 15 litros, 12 kilos de masa aprox.

Potencia 2,1/2,7 CV,

Velocidad variable 1400/2800 rpm,

Material: acero inoxidable, incluidos la tapa y artesa sólida.

Motor trifásico de 2 velocidades, interruptor protegido térmicamente, cabezal desmontable de 3 cuchillas, termómetro digital y tapa antisonora.

Alimentación eléctrica 220 v/60Hz.

b) EMBUTIDORA HIDRAULICA

Marca: **TALSA**

Modelo: **H15p**

Volumen de depósito: 14 litros.

Potencia 0,75 HP.

Tapa de cierre rápido, sin volantes.

Tres embudos estándar en acero inoxidable de 12, 20 y 30 mm. de diámetro.

Motor trifásico

Alimentación eléctrica 220 v/60Hz.

c) MEZCLADORA-HOMOGENEIZADORA

Marca: **MAINCA**

Modelo: **RM20**

Fabricada en acero inoxidable.

Capacidad: 20 litros.

Con recipiente de boca ligeramente rectangular y fondo semicilíndrico.

Doble sentido de rotación.

Palas en forma de T desmontables manualmente sin herramientas.

Cubeta volcable para el vaciado.

Dimensiones totales: 58x32x50 cm.

Motor trifásico hp/kw: 0.33/0.24.

Alimentación eléctrica: 220 v. / 60 Hz.

d) PICADORA-MOLEDORA DE CARNE

Marca: **MAINCA**

Modelo: **PM82**

Construida en acero inoxidable.

Diámetro de boca 82 mm.

Sistema de corte Unger 82 (simple corte) con discos de 5 y 8 mm.

Motor trifásico 1.5 HP.

Transmisión: Engranajes de aceite.

Dimensiones de bandeja: 35x50 cm.

Dimensiones de base: 24x30 cm.

Dimensiones totales: 35x55x43cm.

Alimentación: 220v. /60 Hz.

e) SELLADORA AL VACIO

Marca: **BROTHER**

Modelo: **VP-430-20^a**

Selladora al vacío con pedestal.

Construida en acero inoxidable AISI 304.

Panel Digital con visor luminoso.

Control de vacío por sensor.

Doble soldadura.

Tapa transparente.

Longitud de soldadura: 420mm.

Bomba 20 m³/h.

Potencia 0.75 kW.

Dimensiones: 59x68x68 cm.

Alimentación eléctrica monofásica: 220 v / 60 Hz.

f) REBANADORA DE EMBUTIDOS

Marca: **BERKEL**

Modelo: **TI220**

Construida en aluminio anodizado.

Motor 0.25 HP.

Diámetro de disco 33 cm.

Dispositivos de seguridad en el disco de corte.

Suave deslizamiento de los carros.

Con afilador incorporado de doble acción: afila y pule.

Espesor de corte 0-14mm.

Transmisión por correa dentada.

Dimensiones de base 52x33 cm.

Dimensiones totales 60x45x39 cm.

Alimentación eléctrica monofásica: 220 v / 60 hz.

g) CAMARA FRIGORIFICA

Marca: **TORREY**

Modelo: **FR32**

Refrigerador y Congelador.

Puertas sólidas de acero inoxidable con sistema de autocierre.

Capacidad de 31.4 pies cúbicos / 890 lts.

Cinco niveles de exhibición y 8 parrillas en acero inoxidable.

Opera con enfriamiento por aire forzado con controles de temperatura independientes.

Construido en su interior y en su exterior con acero inoxidable.

Capacidad: 32 pies cúbicos.

Rango de Operación: Refrigerador 0° a 5°C; Congelador 0° a -22°C.

Acabado Exterior e Interior: Acero inoxidable.

Número de Puertas: 3.

Aislamiento: Poliuretano ecológico de alta densidad.

Enfriamiento: Aire Forzado y Gravedad.

Refrigerante: Gas ecológico R-134^a.

Alimentación eléctrica 220 V, 60 Hz.

Compresor Hermético: 5/8 HP.

Dimensiones 2000x1370x720 mm.

Las mesas de trabajo, los materiales, utensilios y equipos utilizados en contacto con los insumos, todos de acero inoxidable, fueron debidamente higienizados antes de iniciar el proceso.

Los productos embutidos, fueron elaborados siguiendo básicamente el procedimiento propuesto por Elías, C., Chirinos, R. y Salvá, B. (1999).

3.6.1.1 Preparación de la jamonada

La materias primas y los insumos debidamente inspeccionados de acuerdo a sus requisitos y especificaciones técnicas fueron preparadas en las cantidades prescritas en la formulación. La carne de cerdo fue seleccionada de acuerdo a los requisitos establecidos y fueron pesadas según las formulaciones diseñadas, luego fueron cortadas en trozos de una pulgada cúbica procediéndose a curarla en seco (por cada kilo de carne se mezcló, para la cura en seco, 20 gramos de sal, 4 gramos de azúcar y 4 gramos de sal de cura) dejándola en reposo por 24 horas a temperatura de refrigeración de 4-5 °C. La molienda de la carne curada así como la grasa dura de cerdo fue realizada en una picadora con un disco de 5 mm de diámetro. Luego de la molienda se pasó la carne al “cutter” agregándosele los polifosfatos, el concentrado funcional de soya y la mitad del hielo picado, trabajando a primera velocidad de la máquina (1400 rpm); luego se agregó la grasa molida o el aceite de soya (de acuerdo a las formulaciones establecidas), el almidón, el resto de hielo y los condimentos, trabajando a segunda velocidad (2800 rpm) hasta que la masa emulsionada alcanzó 12 °C de temperatura, presentándose homogénea y estable. A continuación fue trasladada al mezclador-homogenizador en donde

se le incorporó la carne magra curada y cortada en forma de dados de 1cm^3 y se mezcló durante 3 minutos, luego fue transportada a la embutidora hidráulica en donde fue embutida, a razón de 2 kilos por cada molde, en tripas sintéticas de poliamida de 148 mm de diámetro previamente sumergidas en agua hervida tibia, a 30°C por 30 minutos. Los moldes se trasladaron a la paila para el escaldado en baño maría, recibiendo un tratamiento térmico de $75\text{--}80^{\circ}\text{C}$, hasta que el centro geométrico de cada molde alcanzó los 73°C ., verificados mediante termómetro para embutidos. Finalizado el tratamiento térmico, se inició la de enfriamiento en agua helada hasta que el centro geométrico del molde alcanzó 22°C . Una vez enfriadas las muestras fueron empacadas al vacío y almacenadas en refrigeración a $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$. A lo largo de todo el proceso de elaboración se aplicaron las Buenas Prácticas de Manufactura. El diagrama de flujo del proceso de elaboración desarrollado se presenta en la Figura 5.

3.6.1.2 Preparación del hot dog

Aplicando Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), las materias primas y los insumos debidamente inspeccionados de acuerdo a sus requisitos y especificaciones técnicas fueron preparados en las cantidades prescritas en las formulaciones. Las materias primas fueron molidas en la picadora de carne, empleando el disco de 5 mm., luego de la molienda fueron pasadas al “cutter”. En el “cutter”, la carne de cerdo fue sometida a la primera velocidad (1400 rpm), juntamente con los polifosfatos, el concentrado funcional de soya, la mitad del hielo picado operando esta etapa hasta alcanzar 8°C ; luego se agrega la grasa, el almidón, el resto de hielo y los condimentos, operando esta etapa a segunda velocidad (2800 rpm.) hasta formar una pasta emulsionada y alcanzar 12°C en la masa, a continuación se pasó a la embutidora hidráulica en donde fue embutida, en tripas sintéticas transparentes de celulosa de 22 milímetros de diámetro; una vez embutidas fueron atadas manualmente con

una longitud de 15 centímetros para cada hot dog. Los hot dog se trasladaron a la paila para el escaldado en baño maría, recibiendo un tratamiento térmico a 75-80 °C, por 30 minutos. Finalizada la etapa de escaldado se inició la de enfriamiento en agua helada hasta que el producto alcanzó 25 °C en su parte externa. Una vez enfriadas las muestras fueron empacadas al vacío y almacenadas en refrigeración a 4-5 °C. El diagrama de flujo del proceso de elaboración se presenta en la Figura 6.

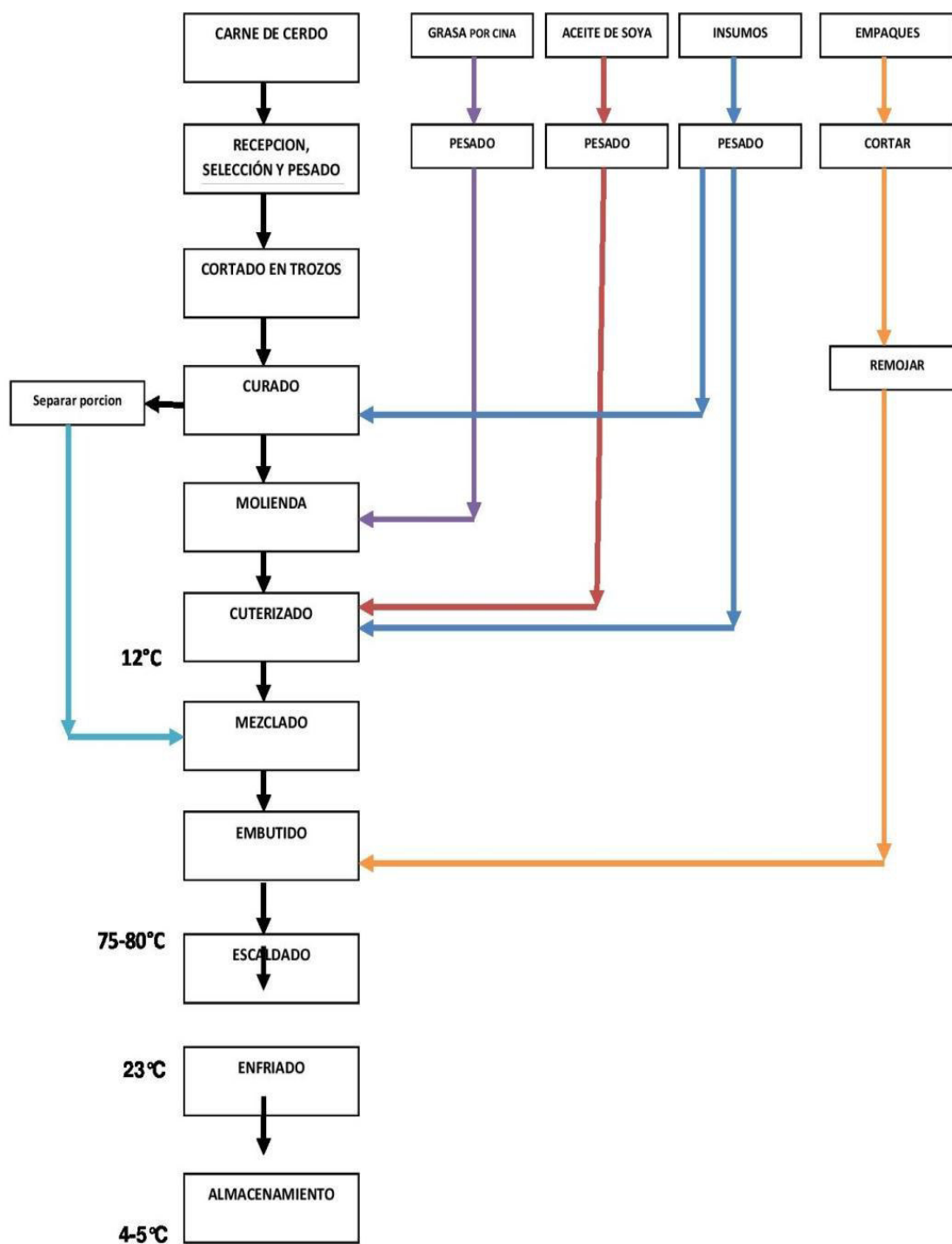


Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración de las jamonadas.

Fuente. Elaboración propia.

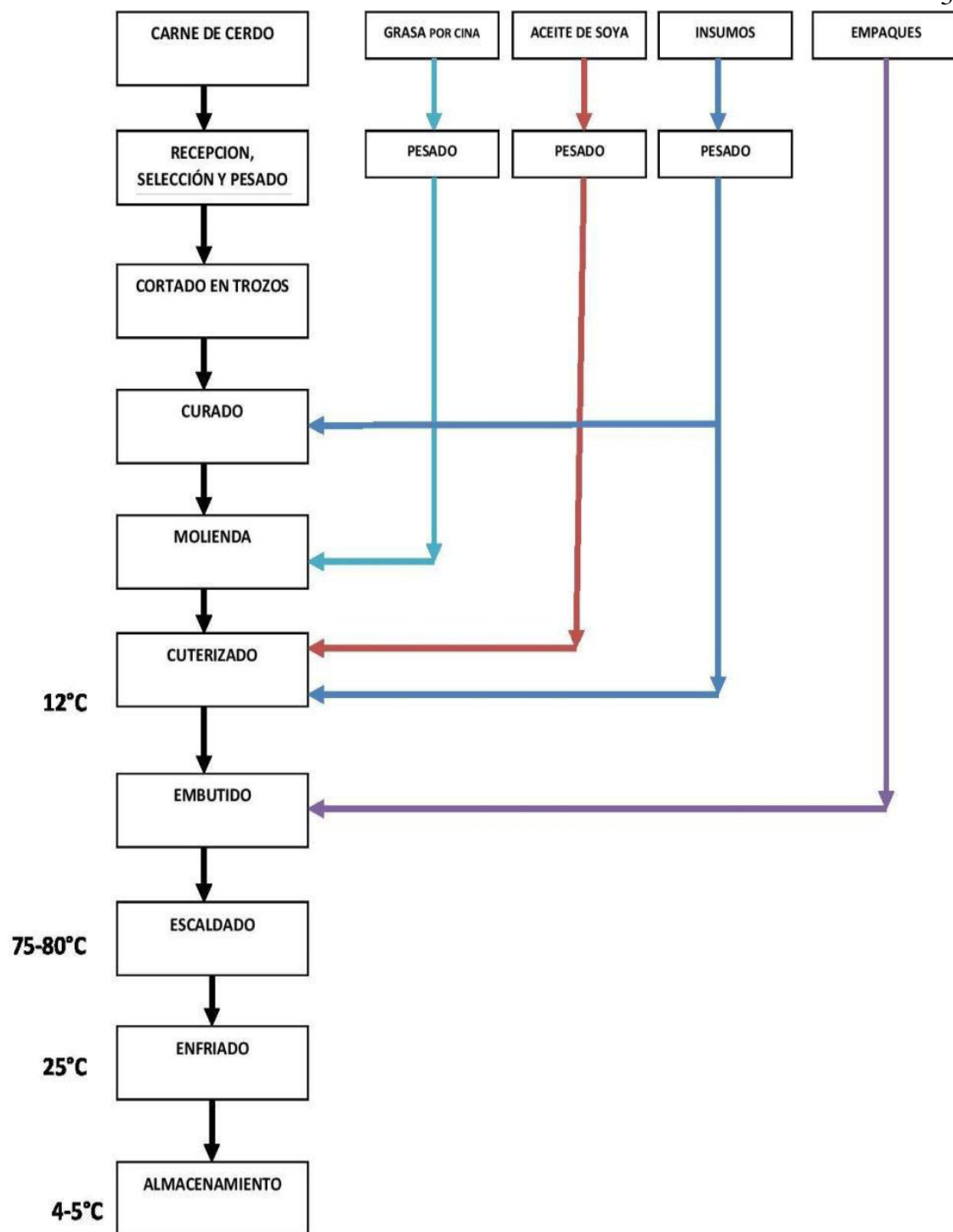


Figura 6. Diagrama de flujo de elaboración del hot dog.

Fuente. Elaboración propia.

3.6.2 Estudio de la aceptabilidad de los embutidos elaborados

Cada uno de los productos embutidos, “jamonada” y “hot dog”, fue evaluado mediante la aplicación de una prueba de satisfacción, usando la escala de Peryamm & Pilgrim, (Hernández, 2005) escala hedónica estructurada de apreciaciones, variando desde “me disgusta muchísimo” a “me gusta muchísimo” con la participación de un panel de 65 evaluadores no entrenados (varones y mujeres) técnicos en industrias alimentarias, quienes habían aceptado previamente la solicitud para la evaluación. La evaluación sensorial se llevó a cabo a los 0 y 14 días de almacenamiento de los productos elaborados.

El producto embutido mejor evaluado – entre los que fueron elaborados sustituyendo la grasa dura de cerdo por el aceite de soya - es el que se tomó como aquel que contenía el nivel óptimo de sustitución de la grasa de cerdo. Estos productos y los correspondientes elaborados mediante el procedimiento convencional estándar (sin sustitución de la grasa de cerdo) fueron los seleccionados para continuar con los análisis físico-químicos (composición proximal y perfil de ácidos grasos) y las pruebas de estabilidad correspondientes (índice de peróxidos y microbiológico).

3.6.3 Análisis físico-químico y microbiológico

Aplicado a cada uno de los siguientes 4 productos embutidos (los dos productos optimizados seleccionados y los dos productos estándar):

- Jamonada estándar (sin aceite de soya),
- Jamonada con aceite de soya (el mejor evaluado por el estudio de aceptabilidad).
- Hot dog estándar (sin aceite de soya).
- Hot dog con aceite de soya (el mejor evaluado por el estudio de aceptabilidad).

Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas:

- Composición proximal.
- Perfil de ácidos grasos.
- Índice de peróxidos.
- Análisis microbiológico.

3.6.3.1 Composición proximal

- Humedad.- Método gravimétrico señalado por la Norma Técnica Peruana para carnes y productos cárnicos. NTP: ISO. 1442. (2008).
- Proteínas.- Método de Kjeldahl indicado por la Norma Técnica Peruana para carnes y productos cárnicos. NTP: 201.021 (2002).
- Lípidos.- Método de extracción según lo indicado por la Norma Técnica Peruana para carnes y productos cárnicos. NTP: 201.016. (2002).
- Carbohidratos.- Por diferencia entre 100% y el contenido de humedad, proteínas y lípidos.
- Minerales totales (Cenizas).- Mediante vía seca por incineración según lo indicado por la Norma Técnica Peruana para carne y productos cárnicos. NTP: 201.022. (2002).

Los métodos analíticos, fueron los oficiales descritos en la AOAC, (2012).

3.6.3.2 Perfil de ácidos grasos

En cada uno de los cuatro productos embutidos indicados en el ítem anterior (3.6.3). Los ácidos grasos se determinaron mediante Cromatografía de gases, técnica descrita por la AOAC. 996.06. (2012).

Se empleó un cromatógrafo de gases de las siguientes características:

- Marca ***Thermo scientific***.

- Tipo de columna: Columnas capilares de sílice fundida TR-FAME de 100 m x 0,25 mm ID x 0,25 μ m de film.
- Detector de ionización de flama (FID).
- Fase estacionaria: Poli (fenilmetidifenil) siloxano.

3.6.3.3 Prueba de estabilidad

Se realizó a través de la determinación del índice de peróxidos (IP) para evaluar el deterioro lipídico (AOAC, 2012). El estudio se realizó determinando el IP en muestras recientemente elaboradas y en muestras que fueron conservadas a temperaturas de refrigeración de 4-5 °C, durante 13 y 21 días para la jamonada y el hot dog.

3.6.3.4 Análisis microbiológico

Se determinó utilizando el método de ensayo de recuento en placa de aerobios mesófilos totales (ICMSF, 1983) para evaluar la calidad sanitaria del producto. Los exámenes microbiológicos se aplicaron a las muestras recientemente elaboradas y en muestras que fueron empacadas al vacío y conservadas en refrigeración a 4-5 °C durante 21 días, precisando que los análisis se realizaron los días 0, 9 y 21 tanto para la jamonada como para el hot dog.

3.6.3.5 Análisis e interpretación de la información

Los datos de la prueba de aceptabilidad se procesaron para establecer las diferencias entre los valores obtenidos en los productos embutidos elaborados con el procedimiento estándar y los obtenidos en los embutidos con sustitución de grasa de cerdo por aceite de soya. Los datos del estudio de aceptabilidad se procesaron mediante análisis de varianza a un nivel de confianza del 95 %. Los datos de inocuidad química y microbiológica se analizan con los cuadros y

gráficas del control de la calidad en comparación con los valores establecidos en las Normas de referencia (CODEX, 1999; DIGESA, 2008).

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1^{ra} ETAPA

4.1 Formulación y elaboración de los embutidos

Las formulaciones se presentan en los Cuadros 1 y 2, el proceso de elaboración ha sido descrito en los ítems 3.6.1.1 y 3.6.1.2 y los diagramas de flujo se han esquematizado en las Figuras 5 y 6. Los componentes de las formulaciones son los que caracterizan a los embutidos escaldados “jamónada” y “hot dog”, descrito según las normas sanitarias, (RSA, 1984).

Cuadro 1. Formulación (%) de la jamónada estándar y con sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya.

PRODUCTO COMPONENTE	Jamónada 1 (Estándar)	Jamónada 2	Jamónada 3	Jamónada 4
Carne de cerdo (%)	60,5	60,5	60,5	60,5
Grasa de cerdo (%)	10,0	5,0	2,5	0,0
Aceite de soya (%)	0,0	5,0	7,5	10,0
Espicias (%) (comino, pimienta, nuez moscada)	0,5	0,5	0,5	0,5
Aditivos:				
Emulsionantes (%) (Concentrado funcional de soya, polifosfato)	2,4	2,4	2,4	2,4
Ligantes (%) (almidón de papa, carragenina)	2,5	2,5	2,5	2,5
Colorante (Carmín) (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Saborizante (Sal) (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
Hielo (%)	23,0	23,0	23,0	23,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 2. Formulación (%) de hot dog, estándar y con sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya.

PRODUCTO COMPONENTE	Hot dog 1 (Estándar)	Hot dog 2	Hot dog 3	Hot dog 4
Carne de cerdo (%)	52,2	52,2	52,2	52,2
Grasa de cerdo (%)	10,0	5,0	2,5	0,0
Aceite de soya (%)	0,0	5,0	7,5	10,0
Especias (%)				
(comino, pimienta, nuez moscada)	0,3	0,3	0,3	0,3
Aditivos:				
Emulsionantes (%)				
(Concentrado funcional de soya, polifosfato)	2,4	2,4	2,4	2,4
Ligantes (%)				
(almidón de papa, carragenina)	6,5	6,5	6,5	6,5
Colorante (Carmin) (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Saborizante (Sal) (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Hielo (%)	28,0	28,0	28,0	28,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Evaluación de la aceptabilidad

4.2.1 Evaluación de la aceptabilidad de la jamonada

Los valores promedio de aceptabilidad obtenidos figuran en el Cuadro 3 y la Figura 7. El formato de la prueba se presenta en los anexos 1A y 1B y las calificaciones de

los panelistas se presentan en el Anexo 2 y a continuación el respectivo Análisis de varianza.

Cuadro 3. Aceptabilidad de las 4 formulaciones de jamonada, valores promedio obtenidos según escala hedónica del 1 al 9

NIVEL DE SUSTITUCION DE GRASA PORCINA EN LA JAMONADA	NÚMERO DE PANELISTAS	VALOR PROMEDIO DE ACEPTABILIDAD (ESCALA HEDÓNICA)
0% aceite de soya +100% grasa porcina (J1) (Jamonada estándar)	65	7,5076 ± 0,37
50% aceite de soya +50% grasa porcina (J2)	65	7,4615 ± 0,37
75% aceite de soya +25% grasa porcina (J3)	65	7,4307 ± 0,37
100% aceite de soya +0% grasa porcina (J4)	65	7,4769 ± 0,37

Fuente. Elaboración propia.

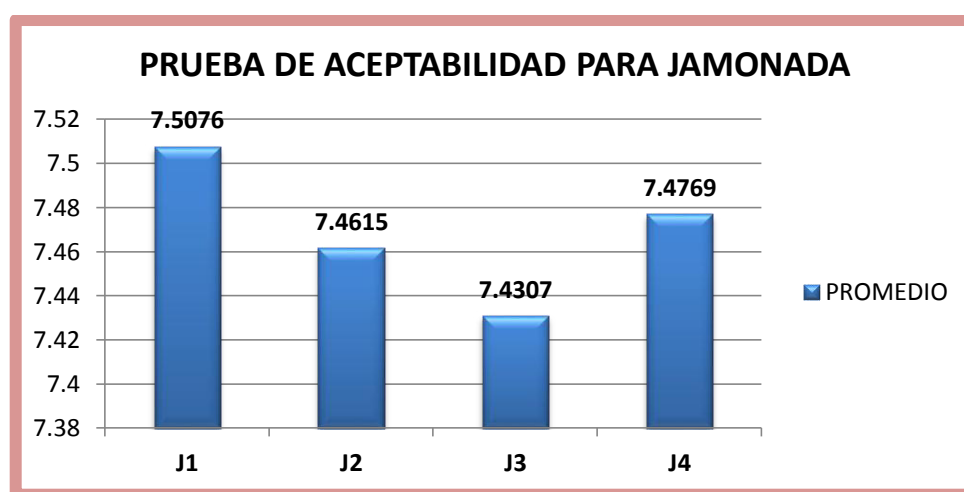


Figura 7. Gráfica de la evaluación sensorial de la jamonada en sus 4 formulaciones (valores promedio). Fuente: Elaboración propia.

Análisis de datos del estudio de aceptabilidad para jamonada:

Diseño experimental: Completamente aleatorizado (DCA)

Análisis estadístico: Análisis de varianza

Número de tratamientos: Cuatro

Tratamiento 1: 0 % de sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Tratamiento 2: 50 % de sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Tratamiento 3: 75 % sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Tratamiento 4: 100 % sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Análisis de datos: Utilizando programa estadístico MINITAB.

Modelo Lineal general: Aceptabilidad vs. Tratamientos.

Nivel de confianza: 95 %.

Nivel de significancia: 5 % (0,05).

El Análisis de varianza aplicado a los datos del cuadro 3 se presenta a continuación e indican que:

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	p	Nivel de significancia
Tratamientos	3	0,16	0,055	0,11	0,935	N.S.
Error	255	126,36	0,495			
Total	258	126,53				

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre tratamientos.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

El valor p obtenido del ANVA (0,935) es mayor al 0,05 por lo tanto se cumple la hipótesis nula.

Prueba de hipótesis: Prueba de FISHER.

CONCLUSION ESTADISTICA: No hay significancia estadística entre los tratamientos.

Las pruebas de aceptabilidad fueron realizadas con 0 y 14 días de almacenamiento del producto. Se obtuvo 7,4769 puntos - en un rango de 1 a 9 - como valor promedio para la jamonada con el 100 % de sustitución de aceite soya por grasa de cerdo; éste valor es el más próximo, comparado con las formulaciones J2 y J3, a los 7,5076 puntos obtenido por la jamonada estándar, debiendo precisar que las puntuaciones obtenidas por los 4 tratamientos corresponden a valores de aceptación comprendidos entre **“me gusta moderadamente”** y **“me gusta mucho”**.

La prueba de hipótesis, aplicada a los 4 tratamientos en el diseño experimental establecido, fue la de Fisher y el resultado de esta confirmó la hipótesis nula de no haber diferencia significativa entre los 4 tratamientos; este resultado permitió establecer como formulación óptima aquella en la que se sustituyó el 100 % de la grasa porcina por el aceite de soya en la formulación de la jamonada, por ser la que proporcionó una mayor concentración de ácidos grasos del tipo insaturados y la que presenta la mayor mejora nutricional en el producto en estudio.

4.2.2 Evaluación de la aceptabilidad del hot dog

Los valores promedio de aceptabilidad obtenidos se presentan en el Cuadro 4, y en la Figura 8. Las calificaciones de la escala hedónica de los panelistas se presentan en el Anexo 3 y a continuación el respectivo Análisis de varianza.

Cuadro 4. Aceptabilidad de las 4 formulaciones de hot dog, valores promedio obtenidos según escala hedónica del 1 al 9.

NIVEL DE SUSTITUCION DE ACEITE DE SOYA EN EL HOT DOG	NÚMERO DE PANELISTAS	VALOR PROMEDIO DE ACEPTABILIDAD (ESCALA HEDÓNICA)
0% aceite de soya +100% grasa porcina (Hot dog estándar) (H1)	65	7,4769 ± 0,37
50% aceite de soya +50% grasa porcina (H2)	65	7,3538 ± 0,37
75% aceite de soya +25% grasa porcina (H3)	65	7,2923 ± 0,36
100% aceite de soya +0% grasa porcina (H4)	65	7,4615 ± 0,37

Fuente. Elaboración propia.

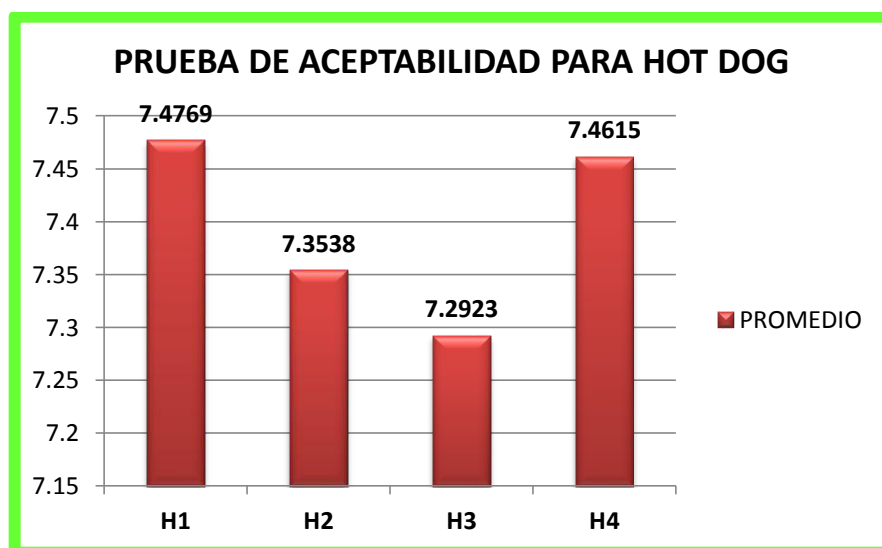


Figura 8. Gráfica de la evaluación sensorial del hot dog en sus 4 formulaciones (valores promedio). Fuente. Elaboración propia.

Análisis de datos del estudio de aceptabilidad para hot dog:

Diseño experimental: Completamente aleatorizado (DCA)

Análisis estadístico: Análisis de varianza

Número de tratamientos: Cuatro

Tratamiento 1: 0 % de sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Tratamiento 2: 50 % de sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Tratamiento 3: 75 % sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Tratamiento 4: 100 % sustitución aceite de soya por grasa porcina.

Análisis de datos: Utilizando programa estadístico MINITAB.

Modelo Lineal general: Aceptabilidad vs. Tratamientos.

Nivel de confianza: 95 %.

Nivel de significancia: 5% (0,05).

El Análisis de varianza aplicado a los datos del Cuadro 4 se presenta a continuación e indican que:

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	p	Nivel de significancia
Tratamientos	3	1,431	0,4770	1,32	0,269	N.S.
Error	255	92,399	0,3623			
Total	258	93,830				

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre tratamientos.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

El valor p obtenido del ANVA (0,269) es mayor al 0,05 por lo tanto se cumple la hipótesis nula.

Prueba de hipótesis. Prueba de FISHER.

CONCLUSION ESTADISTICA: No hay significancia estadística entre los tratamientos.

Las evaluaciones sensoriales del hot dog fueron realizadas con 0 y 14 días de almacenamiento del producto. El hot dog, en cuya formulación se sustituyó el 100% de la grasa porcina por aceite de soya, obtuvo 7,4615 puntos como valor promedio, de un rango de 1 a 9, correspondiendo a un valor de aceptación comprendido entre **“me gusta moderadamente”** y **“me gusta mucho”**. Éste valor obtenido fue el más próximo a los 7,4769 puntos obtenido por el hot dog estándar, ya que los productos de los tratamientos H2 y H3 obtuvieron un valor de aceptación de 7,4615 y 7,4307 puntos respectivamente.

De igual forma que para la jamonada, para el hot dog la prueba de hipótesis que se aplicó a los 4 tratamientos en el diseño experimental establecido, fue la de Fisher y el resultado de esta confirmó la hipótesis nula de no haber diferencia significativa entre los 4 tratamientos; este resultado se tomó factor de decisión para elegir como formulación óptima aquella en la que el 100 % de grasa porcina de la formulación del hot dog estándar fue sustituida por aceite de soya, por ser la que proporciona un mejor perfil lipídico de ácidos grasos insaturados y presentar la mayor mejora nutricional en el producto en estudio.

Integrando las evaluaciones de los resultados de las pruebas de aceptabilidad de la jamonada y hot dog (Cuadros 3 y 4 ; Figuras 7 y 8) y sus respectivos análisis de varianza se encontró que no hubo diferencia significativa en la sustitución de la grasa de cerdo por el aceite de soya en las formulaciones convencionales (estándar) de estos productos cárnicos. Estos resultados guardan relación con los obtenidos por Muguerza y col., (2001) que señalan que no encontraron diferencia significativa en la sustitución de 30 % de grasa animal por aceite de oliva en chorizos fermentados

2^{da} ETAPA

Para esta etapa, en la que fueron elaborados los embutidos jamonada y hot dog en su formulación estándar y los mismos productos sustituyendo el 100 % de la grasa porcina por aceite de soya, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.3 Análisis físico-químico y microbiológico

4.3.1 Composición proximal

La composición proximal de la jamonada y el hot dog, en sus fórmulas estándar y con el nivel óptimo de sustitución de grasa de cerdo, se presentan, en el Cuadro 5 y en las Figuras 9, 10, 11 y 12.

Cuadro 5. Composición proximal (*) de la jamonada y hot dog en sus formas estándar y con el nivel óptimo de sustitución.

PRODUCTO COMPONENTE	JAMONADA ESTÁNDAR	JAMONADA CON 100% DE SUSTITUCIÓN CON ACEITE DE SOYA	HOT DOG ESTÁNDAR	HOT DOG CON 100% DE SUSTITUCIÓN CON ACEITE DE SOYA
VALOR CALÓRICO (KILOCALORIAS %)	152	167	144	156
HUMEDAD (%)	70,50 ± 5,64	69,00 ± 5,52	71,00 ± 5,68	69,70 ± 5,57
PROTEINAS (%)	14,16 ± 1,13	14,13 ± 1,13	13,21 ± 1,05	12,62 ± 1,00
LÍPIDOS (%)	9,84 ± 0,78	11,57 ± 0,92	8,02 ± 0,64	9,41 ± 0,75
MINERALES (%)	3,73 ± 0,29	3,70 ± 0,29	3,01 ± 0,24	2,95 ± 0,23
CARBOHIDRATOS (%)	1,77 ± 0,14	1,60 ± 0,12	4,76 ± 0,38	5,32 ± 0,42
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente. Elaboración propia.

(*) : $\bar{x} \pm$ desviación estándar.

Las variaciones que se observaron entre los productos elaborados con el proceso convencional (estándar) y los elaborados con sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya, se relacionan al contenido porcentual de lípidos. El incremento de este nutriente, que fue 1,73 % en Jamonada y 1,39% en Hot-dog, es básicamente relativo, y se explica por los menores porcentajes de humedad observados en los respectivos productos.

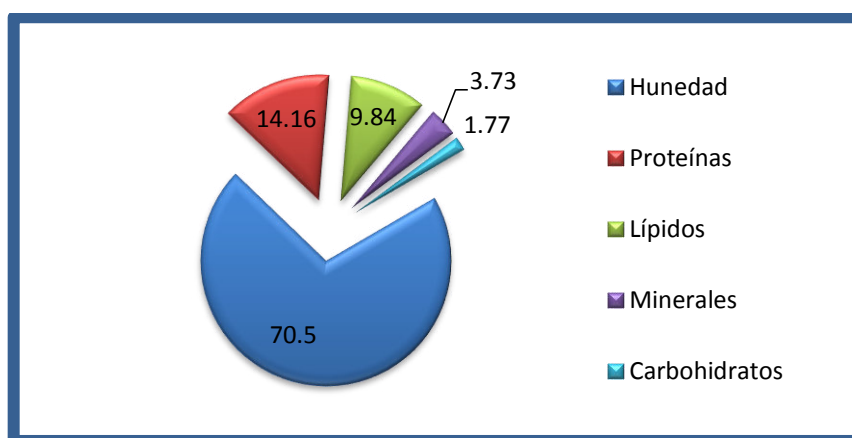


Figura 9. Composición proximal (%) de jamonada estándar (100% grasa de cerdo).

Fuente. Elaboración propia.

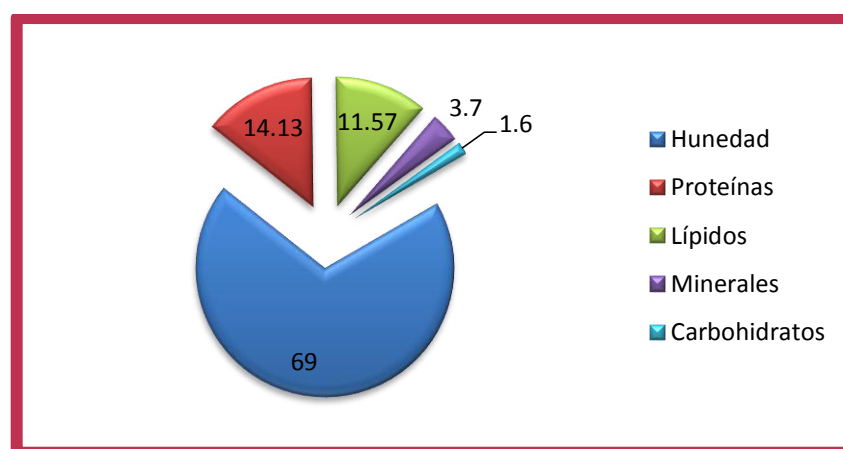


Figura 10. Composición proximal (%) de jamonada con aceite soya (100%).

Fuente. Elaboración propia.

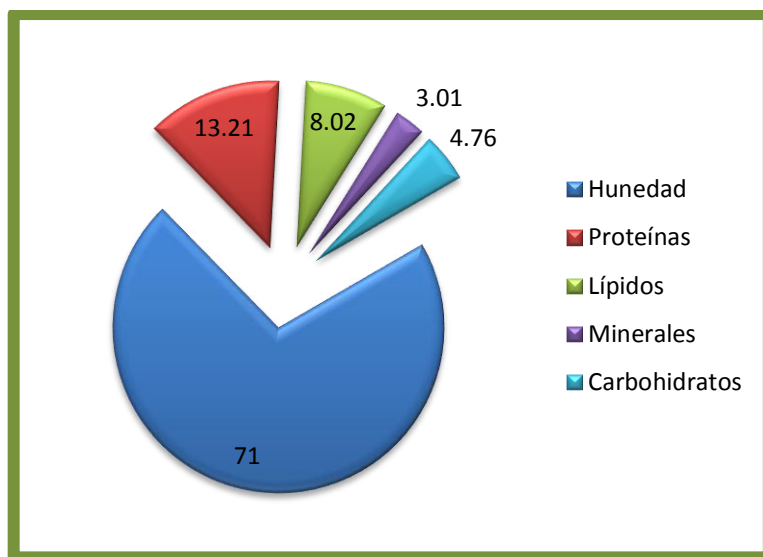


Figura 11. Composición proximal (%) de hot dog estándar (100% grasa de cerdo).
Fuente. Elaboración propia.

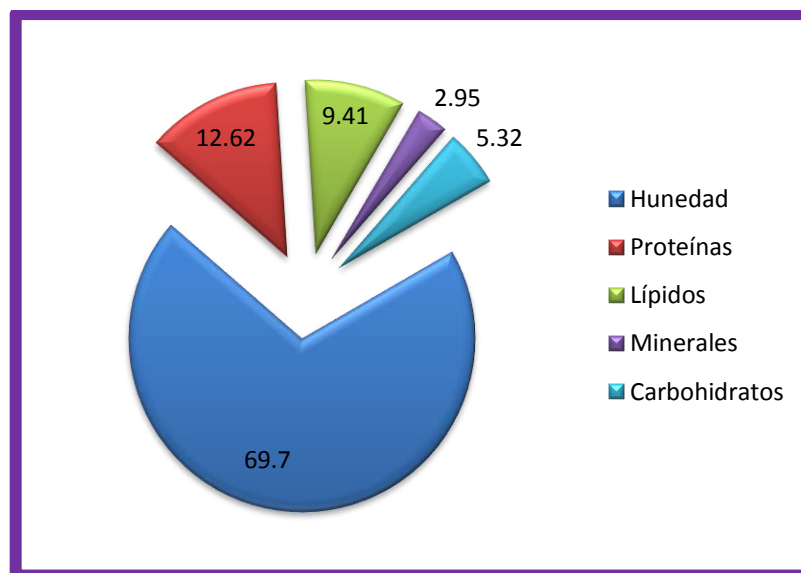


Figura 12. Composición proximal (%) de hot dog con aceite de soya (100%).
Fuente. Elaboración propia.

4.3.2 Análisis de ácidos grasos

En el Cuadro 6 se presenta la composición de ácidos grasos de la fracción lipídica de la jamonada y el hot dog, en sus fórmulas estándar y con el nivel óptimo de sustitución de grasa de cerdo por aceite de soya.

Cuadro 6. Ácidos grasos (%) e Índice P/S en dos embutidos: jamonada y hot dog elaborados con la formulación estándar y con aceite de soya en sustitución de la grasa porcina. (*₁)

ACIDO GRASO	N° C	Jamonada con grasa de cerdo	Jamonada con aceite de soya	Variación (%) (* ₂)	Hot-dog con grasa de cerdo	Hot-dog con aceite de soya	Variación (%) (* ₂)
Mirístico	14:0	0,116	0,045	-0,071(-61)	0,107	0,038	-0,069(-64)
Palmitico	16:0	1,569	1,403	-0,166 (-10)	1,665	1,166	-0,499(-30)
Palmitoleico	16:1	0,211	0,038	-0,173 (-82)	0,166	0,029	-0,137(-83)
Estearico	18:0	0,843	0,61	-0,233(-28)	0,852	0,487	-0,365(-43)
Elaídico (trans)	18:1	<0,008	<0,008		<0,008	<0,008	
Oleico	18:1	3,275	2,48	-0,795 (-24)	3,113	2,165	-0,948 (-30)
Linoeládico (trans)	18:2	<0,007	<0,007		<0,007	<0,007	
Linoleico	18:2 w6	2,718	5,954	+3,236 (119)	1,350	4,730	+3,38 (250)
Alfa linolénico	18:3 w3	0,222	0,637	+0,415 (187)	0,096	0,462	+0,366 (381)
Araquídico	20:0	0,019	0,039	+0,020(105)	0,019	0,033	+0,014 (74)
Araquidónico	20:4 w6	0,11	0,063	-0,047 (-43)	0,076	0,052	-0,024 (-32)
Saturados (AGS)		2,698	2,119	-0,579 (-21)	2,765	1,754	-1,011 (-36)
Monoinsaturad. (M)		3,567	2,554	-1,013(-28)	3,377	2,226	-1,151 (-34)
Polinsaturado (AGPI)		3,117	6,654	+3,537 (113)	1,567	5,244	+3,677 (235)
INDICE AGPI/AGS		1,155	3,140	+1,985(172)	0,567	2,99	+2,423(427)

(*₁) : Promedio de 2 determinaciones.

(*₂) : Valores entre paréntesis equivalen a la variación (%) con respecto al valor original.

Fuente. Elaboración propia.

El reemplazo de grasas animales por aceites vegetales ha sido reconocido como una interesante vía para modificar el perfil de ácidos grasos de las mismas y disminuir la presencia de colesterol (Muguerza y col., 2004; Jiménez-Colmenero, 2007).

Jamonada. De los resultados presentados en el Cuadro 6, se observa que la sustitución de 100% de la grasa de cerdo por aceite de soya disminuye los contenidos de: ácido esteárico (de 0,843 a 0,61g %), ác. Oleico (de 3,275 a 2,48g %) y en mucho menor cantidad, el contenido de ác. araquidónico (de 0,11 a 0,063 g %). Sin embargo, se logran incrementos en el % de ácido linoleico (de 2,718 a 5,954 g%) y del alfa linolénico (de 0,222 a 0,637 g %). Estos incrementos equivalen al 119 y 187 % con respecto al valor original. Así mismo se observaron cambios en el índice P/S debido al incremento en el contenido de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y a la disminución que experimentan los ácidos grasos saturados; de un valor de 1,155 en la Jamonada con grasa de cerdo se incrementa a 3,14 en la Jamonada elaborada con el aceite de soya; el incremento en valores absolutos (1,985) representa el 172% del valor en el producto sin aceite de soya.

Comparando el contenido de ácido linoleico en jamonada (5,954 %) con los valores recomendados de ingesta diaria (DRI, 2005) en los diferentes grupos de edad, dicho valor representa el 59 % de las recomendaciones (10 g/día) para niños y niñas de 13 años de edad; entre el 35 y el 50 % de lo recomendado (17 g y 12 g) para varones y mujeres adolescentes y entre el 43 y 54 % de lo recomendado (14 g/día y 11 g/día) para varones y mujeres adultos de 31 a más años de edad.

El ácido linoleico (omega 6) es un ácido graso esencial, componente estructural de las membranas celulares, precursor de eicosanoides y desempeña un rol esencial para la función normal de la piel (OPS, 2003).

Por otro lado en este tipo de alimentos el índice de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) /ácidos grasos saturados (AGS) es un predictor de la calidad del alimento

por su contenido de ácidos grasos no aterogénicos en especial por el contenido de ácido linoleico. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2012).

Estudios en animales y en humanos demostraron el efecto del ácido linoleico en los signos de deficiencia en las ratas: reducción de crecimiento, descamación de la piel y necrosis. La prevención de estos signos de deficiencia se producen cuando el ácido linoleico proporciona entre el 1 a 2 % de la energía total. Las ingestas dietarias de referencia para los diferentes grupos de edad (DRI, 2005) indican que la ingesta de éste ácido graso esencial debe ser del 5% de la energía total. Por lo que, expresando el contenido de ácido linoleico en el producto procesado con aceite de soya, se confirma que – tomando en cuenta los requerimientos de energía estimados para la población peruana por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN, 2012) - el aporte porcentual de la jamonada elaborada con aceite de soya equivaldría a 54 kilocaloría/día, valor que representa entre el 45 % y el 49 % de los requerimientos para los grupos de entre 5 a 17 años de edad y el 56 % asimismo el 40 % para los grupos entre 18 a más de 60 años de edad. De lo que entonces se deduce que los productos elaborados (jamonada con el 100 % de sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya) son alimentos que pueden hacer aportes significativos a la alimentación humana en lo que corresponde a su contenido de 5,954 % de ácido linoleico. La importancia sobre el rol de este nutriente esencial ha sido destacada en estudios observacionales, experimentales y clínicos, en la disminución del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares (Elmadfa y Kornsteiner, 2009). Entre los efectos benéficos del ácido linoleico, se ha señalado el rol en: colesterol sérico total de las lipoproteínas de baja densidad, agregación plaquetaria, dilatación vascular, tensión arterial, procesos inflamatorios y reacciones inmunes (OPS, 2003). La FAO (2012), sobre la base de datos de estudios epidemiológicos y ensayos clínicos controlados en la enfermedad coronaria (CHD) concluye que hay evidencia convincente de que la sustitución de AGS por AGPI (n-3 y n-6) formando parte de una dieta saludable puede contribuir a bajar las

concentraciones de colesterol total y de colesterol de las LDL y haciendo descender el riesgo de CHD coronaria (Elmadfa y Kornsteiner, 2009).

Hot dog. De los resultados presentados en el Cuadro 6, se observa para el hot dog una tendencia similar, en los resultados obtenidos, que para las jamonadas, es decir que la sustitución de 100% de la grasa de cerdo por aceite de soya en el hot dog disminuye los contenidos de: ácido esteárico (de 0,852 a 0,487g %), ácido Oleico (de 3,113 a 2,165g %) y en mucho menor cantidad, el contenido de ác. araquidónico (de 0,076 a 0,052 g %). Sin embargo, se logran incrementos en el % de ácido linoleico (de 1.35 a 4.73 g%) y del alfa linolénico (de 0,096 a 0,462 g %). Estos incrementos equivalen al 250 y 381 % con respecto al valor original. Así mismo se observan cambios en el índice P/S debido al incremento en el contenido de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y a la disminución que experimentan los ácidos grasos saturados; de un valor de 0,567 en el hot dog con grasa de cerdo se incrementa a 2,99 en el hot dog elaborado con el aceite de soya; el incremento en valores absolutos (2,423) representa el 427 % del valor en el producto sin aceite de soya.

La sustitución de la grasa saturada por grasa monoinsaturada o poliinsaturada puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, siendo más evidente el efecto con la sustitución por AGPI (Astrup, A., Dyerberg, J., Elwood, P., Hermansen, K., Hu, F.B., Jakobsen, M.U., Kok, F.J., Krauss, R.M., Lecerf, J.M., LeGrand, P., Nestel, P., Riserus, U., Sanders, T., Sinclair, A., Stender, S., Tholstrup, T., & Willett, W.C. 2011), El aceite de soya contiene un alto perfil lipídico de ácidos grasos insaturados y que son del orden del 58 % para ácido linoleico (omega 6) y 9% para ácido alfa linolénico (omega 3) (Hernández y col., 1999). El aceite de soya utilizado para el desarrollo de la jamonada y el hot dog en la presente investigación ha permitido obtener productos con un perfil lipídico optimizado con valores de 6,654 y 5,244 g % de AGPI para la jamonada y el hot dog respectivamente, con respecto a los productos estándar que fueron del orden de 3,117 y 1,567 g %; y al

mismo tiempo el contenido de AGS se ha visto reducido de 2,698 a 2,119 g % en el caso de la jamonada y de 2,765 a 1,754 g % en el de hot dog.

4.3.3 Índice de peróxidos de la jamonada

Los valores del índice de peróxidos obtenidos, en la jamonada de fórmula estándar y en la jamonada con aceite de soya, se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Valores de índice de peróxidos de jamonada convencional y jamonada con 100% de sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya (*).

PRODUCTO/FUENTE	TIEMPO EN DIAS	VALOR DE INDICE DE PEROXIDOS (meq/kg)
JAMONADA SIN ACEITE DE SOYA	0	2.65
	13	1.62
	21	1.37
JAMONADA CON ACEITE DE SOYA	0	2.48
	13	2.51
	21	3.08

(*): valores promedio de 3 determinaciones.

Fuente. Elaboración propia.

Dos aspectos singulares se pudieron notar en los resultados de los análisis. En primer lugar, la heterogeneidad de los resultados durante el periodo de almacenamiento del producto (hasta 21 días) y el intervalo de valores obtenidos, en donde el mayor valor fue de 3,08 meq./kg para la jamonada con aceite de soya. Este

hecho se explica primero porque la formulación establecida para este embutido ha incrementado su composición en ácidos grasos poliinsaturados, característicos del aceite de soya, siendo estos más susceptibles al proceso oxidativo de este producto. Sin embargo, se debe precisar que éste mayor valor de peróxidos obtenido en la jamonada con aceite de soya (3,08 meq/kg) en comparación con la jamonada convencional (2,65 meq./kg) es inferior a los 10 meq/kg que señala el CODEX, (1999) como límite máximo permitido para grasas y aceites (ver Figura 13). En segundo lugar, se puede explicar porque los productos fueron empacados al vacío y se mantuvieron en refrigeración durante toda la fase experimental suprimiéndose o limitando con ello los factores que promueven estas reacciones deteriorativas que pueden ocurrir en productos cárnicos que llevan aceites y grasas en su formulación durante su procesamiento y almacenamiento, (Ramalho y Jorge, 2005). En adición debemos señalar que no existe riesgo de pérdida de calidad nutricional debido a la oxidación lipídica según Araujo, (1999) y Brum, (2009).

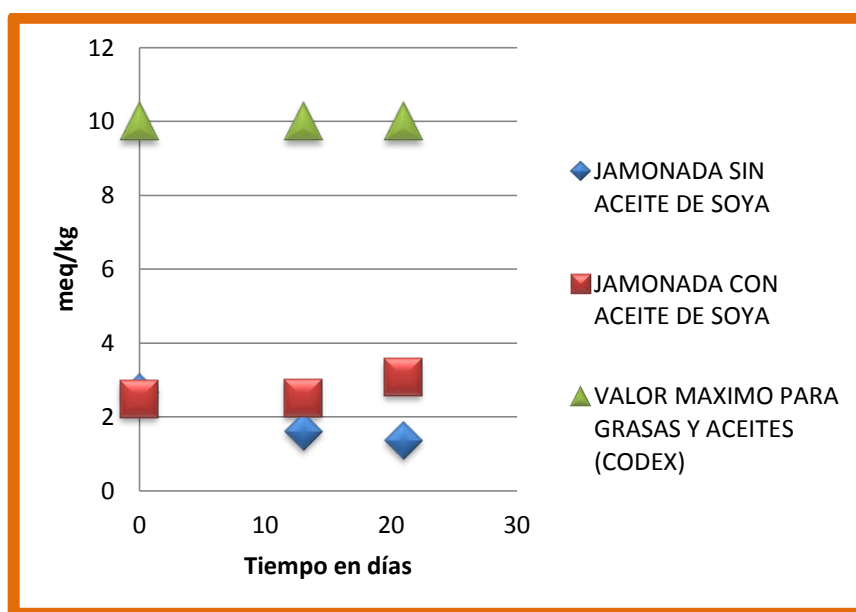


Figura 13. Valores de IP en la jamonada convencional y la jamonada con aceite de soya vs. Valor máximo permitido por el CODEX, 1999.

Fuente. Elaboración propia.

4.3.4 Índice de peróxidos del hot dog

Los valores del índice peróxidos obtenidos en el hot dog de fórmula estándar y en el hot dog con sustitución de grasa de cerdo por aceite de soya, se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Valores de índice de peróxidos del hot dog convencional y hot dog con 100% de la grasa de cerdo por aceite de soya. (*)

PRODUCTO/FUENTE	TIEMPO EN DIAS	VALOR DE INDICE DE PEROXIDOS (meq./kg)
HOT DOG SIN ACEITE DE SOYA	0	2.40
	13	3.50
	21	2.71
HOT DOG CON ACEITE DE SOYA	0	2.70
	13	2.61
	21	2.04
VALOR DIGESA PARA PRODUCTOS CARNICOS		MAX. 10

(*) : Valores promedio de 3 determinaciones.

Fuente. Elaboración propia.

Al igual que en la jamonada, se observa una heterogeneidad en los resultados durante el periodo de almacenamiento del producto (hasta 21 días) y el intervalo de valores obtenidos, en donde el mayor valor fue de 3,5 meq./kg para el hot dog sin aceite de soya y 2,70 para el hot dog con aceite de soya, sin embargo estos valores

no han alterado de manera perceptible la estructura lipídica de estos productos por lo que no se ven afectadas sus cualidades en atributos como color, olor sabor y textura (Donnelly y Robinson, 1995) y además estos valores de IP obtenidos en los hot dog, se encuentran muy por debajo de los 10 meq./kg que señala, el CODEX, (1999) como límite máximo permitido en el valor del índice de peróxidos para grasas y aceites (ver figura 14). Muguerza, Ansorena y Astiasarán (2003) sustituyeron grasa porcina por aceite de soja en el producto *Chorizo de Pamplona* y obtuvieron menores valores de IP y TBA en los productos elaborados con este aceite a pesar de los mayores tenores de ácidos grasos insaturados (linoleico y α -linolénico) encontrados. Un factor importante a ser considerado para explicar el bajo IP de las jamonadas es la utilización como ingrediente básico polifosfatos en la formulación de ambos productos cárnicos, ya que éste aditivo permite incrementar el pH y la fuerza iónica y como quelantes de metales catalizadores de la peroxidación lipídica, razón por la cual presentan actividad como antioxidante preventivo (Bertram, H. C., Whittaker, A. K., Shorthose, W. R., Andersen, H. J., & Karlsson, A. H., 2004). Además un factor adicional que contribuyó a los valores bajos de IP bajos de los productos analizados, es el estos fueron elaborados con buenas prácticas de manufactura, se empacaron al vacío y se mantuvieron en refrigeración durante toda la fase experimental, limitando con ello los factores que promueven estas reacciones deteriorativas que pueden ocurrir, en productos cárnicos que llevan aceites y grasas en su formulación durante el procesamiento, almacenamiento, distribución y la preparación de los alimentos (Ramalho y Jorge, 2005); además Araujo, (1999) y Brum, (2009) señalan que la oxidación lipídica puede provocar, de no ser controlada, otras alteraciones como la pérdida de calidad nutricional de los alimentos con la formación de compuestos potencialmente tóxicos.

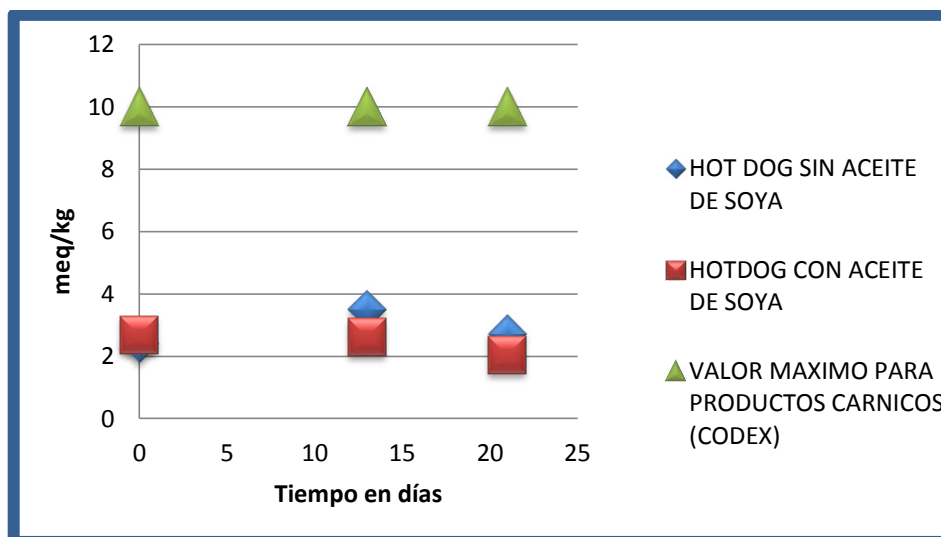


Figura 14. Valores de IP en el hot dog convencional y el hot dog con aceite de soya vs. Valor máximo permitido por el CODEX, 1999.

Fuente. Elaboración propia.

4.3.5 Evaluación microbiológica de la jamonada y el hot dog.

1.- **Evaluación microbiológica de indicadores de higiene y presencia de patógenos.-** Las determinaciones de indicadores de higiene y presencia de patógenos se realizaron con el objetivo de establecer la calidad higiénica e inocuidad de los productos cárnicos jamonada y hot dog elaborados. Estas determinaciones fueron la de *Escherichia coli* como indicador de higiene y las de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* como patógenos indicadores, el análisis se llevó a cabo inmediatamente después de elaborados los productos y sus resultados se presentan el Cuadro 9. Estas determinaciones se hicieron en un número de unidades de muestra igual a $n = 1$, en concordancia con el numeral 5.5. de la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, que es la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano en el Perú.

Cuadro 9. Evaluación microbiológica de indicadores de higiene y presencia de patógenos en jamonada y hot dog elaborados con aceite de soya.

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO	JAMONADA CON ACEITE DE SOYA	HOT DOG CON ACEITE DE SOYA
<i>Escherichia coli</i>	NMP/9 tubos, Caldo BRILA	O NMP/g.	O NMP/g.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Extensión en superficie, BPA.	< 10 UFC/g.	< 10 UFC/g.
<i>Salmonella</i>	presencia/ausencia , con enriquecimiento, aislamiento e identificación.	AUSENCIA/25 g.	AUSENCIA/25 g.

Fuente: Elaboración propia

La NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01 establece, para embutidos con tratamiento térmico como la jamonada y el hot dog, límites de recuento para *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* correspondientes a $m= 10$ y $M= 10^2$ UFC/g., mientras que para *Salmonella* señala ausencia en 25 gramos; los resultados obtenidos en nuestra investigación, como se puede ver en el cuadro N° 9, acreditaron que los productos jamonada y hot dog elaborados con aceite de soya en su formulación no presentaron riesgos asociados a malas prácticas de higiene ni fueron un peligro capaz de causar enfermedades alimentarias.

2.- Evaluación microbiológica de indicadores de alteración.- Esta determinación se realizó con el objetivo de establecer la vida útil y alteración de los productos

cárnicos jamonada y hot dog elaborados, como consecuencia del crecimiento microbiano durante su almacenamiento por 21 días a temperaturas de refrigeración a 4 – 5 °C. La determinación realizada fue la de recuento en placa de microorganismos mesófilos aerobios totales. Estos análisis se llevaron a cabo inmediatamente después de elaborados los productos y a los 9 y 21 días de almacenamiento refrigerado. Las determinaciones se hicieron en un número de unidades de muestra igual a $n = 1$, que representaban a la cantidad de producto elaborado y en concordancia con el numeral 5.5. de la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, que es la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano en el Perú. Los resultados se presentan en los Cuadros N° 10 y 11 y la Figuras 15 y 16 respectivamente.

Cuadro 10. Numeración de mesófilos aerobios totales (UFC/g.) para la jamonada estándar y para la jamonada con aceite de soya.

PERIODO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS)	JAMONADA ESTANDAR	JAMONADA CON ACEITE DE SOYA
0	$1,5 \times 10^1$	$2,5 \times 10^2$
9	$3,6 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$
21	$2,2 \times 10^4$	$5,2 \times 10^5$

Fuente. Elaboración propia.

La norma sanitaria sobre criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (DIGESA, 2008) establece, para

embutidos con tratamiento térmico como la jamonada, límites de recuento total de aerobios mesófilos viables con valores de $m = 5 \times 10^4$ UFC/g y $M = 5 \times 10^5$ UFC/g. La jamonada estándar, a los 21 días de almacenamiento, presentó valores de recuento de $2,2 \times 10^4$ UFC/g de mesófilos aerobios totales, hallándose por debajo de los valores más exigentes de dicha norma ($m = 5 \times 10^4$ UFC/g.) mientras que la jamonada elaborada con aceite soya en su formulación presentó a los 0 y 9 días valores de recuento de mesófilos aerobios totales del orden de $2,5 \times 10^2$ y $6,7 \times 10^3$ UFC/g., valores que están muy por debajo de lo que exige la norma mencionada; a los 21 días de almacenamiento la jamonada con aceite de soya presentó un recuento total del orden de $2,6 \times 10^5$ UFC/g., valor que está entre los límites inferior y superior de recuento establecido por la norma técnica sanitaria N° 071 de DIGESA, lo que nos indica que este producto en las condiciones de elaboración y almacenamiento tiene una vida útil inferior a 21 días.

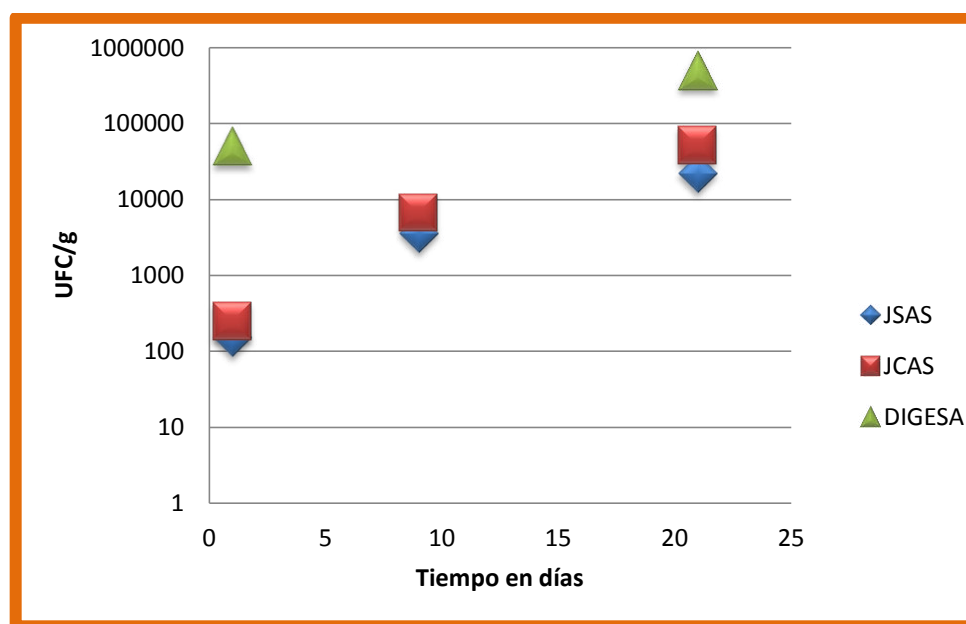


Figura 15. Valores de los recuentos totales de mesófilos aerobios en la jamonada convencional y la jamonada con aceite de soya versus el valor máximo establecido por DIGESA, (2008) para embutidos escaldados.

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 11. Numeración de mesófilos aerobios totales (UFC/g.) para el hot dog estándar y para el hot dog con aceite de soya.

PERIODO DE ALMACENAMIENTO (DÍAS)	HOT DOG ESTANDAR	HOT DOG CON ACEITE DE SOYA
0	$3,4 \times 10^1$	$3,0 \times 10$
9	$2,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$
21	$2,6 \times 10^5$	$4,6 \times 10^4$

Fuente. Elaboración propia.

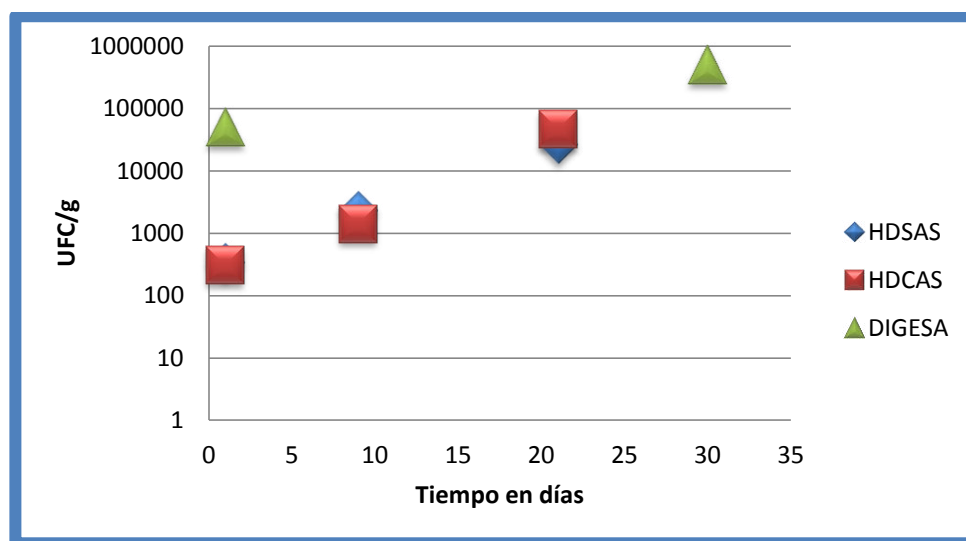


Figura 16. Valores de los recuentos totales de mesófilos aerobios en el hot dog convencional y el hot dog con aceite de soya versus el valor máximo permitido por DIGESA para embutidos escaldados.

Fuente. Elaboración propia.

La norma sanitaria sobre criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (DIGESA, 2008) establece, para embutidos con tratamiento térmico como el hot dog, límites de recuento total de aerobios mesófilos viables con valores de $m = 5 \times 10^4$ UFC/g y $M = 5 \times 10^5$ UFC/g. El hot dog, elaborado con aceite de soya en su formulación, presentó a los 21 días de almacenamiento valores de recuento total de mesófilos aerobios viables del orden de $4,6 \times 10^4$ UFC/g., éste valor de recuento se encuentra muy por debajo del límite más exigente de dicha norma ($m = 5 \times 10^4$ UFC/g.) evidenciándose que se obtuvieron productos inocuos y aptos para el consumo humano.

CONCLUSIONES.

1. La estrategia de reformulación de productos cárnicos con sustitución de la grasa de cerdo por aceite de soya, permitió obtener productos viables tecnológica, sensorial y microbiológicamente, sin limitaciones en términos de seguridad o vida útil, adicionales a productos análogos.
2. El óptimo de sustitución de grasa porcina por aceite de soya en la elaboración de los productos cárnicos “jamónada” y “hot dog” fue 100 %.
3. La composición química de los productos cárnicos, optimizados, “jamónada” y “hot dog”, para el contenido de agua, proteínas y lípidos fue de: $69,00 \pm 5,52$; $14,13 \pm 1,13$; $11,57 \pm 0,92$ % y $69,70 \pm 5,57$; $12,62 \pm 1,00$ y $9,41 \pm 0,75$ % respectivamente. Los productos obtenidos fueron aptos e inocuos para consumo humano por el recuento de “mesófilos aerobios totales”: $5,2 \times 10^5$ UFC/g en jamónada y $4,6 \times 10^4$ UFC/g en hot dog.
4. El contenido de ácidos grasos insaturados linoleico y alfa linolénico fue de 5,954 % y 0,637 % en jamónada y de 4,730 % y 0,462 % en hot dog.
5. Los productos cárnicos “jamónada” y “hot dog”, almacenados a 4-5° C durante 21 días presentaron niveles aceptables de índice de peróxidos: 3,08 y 2,04 meq/kg.

RECOMENDACIONES

1. Diseñar estudios de intervención en humanos que midan el impacto relacionado al riesgo de enfermedades cardiovasculares, que complementen esta investigación, y evaluar los efectos benéficos propios de los alimentos funcionales.
2. Desarrollar productos análogos a los elaborados en la presente investigación, empleando aceite de soya u otros de origen vegetal, considerando la evaluación de sus características tecnológico-nutricionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegoke, G. O., y col. (1998). Antioxidants and lipid oxidation in food- a critical appraisal. *Journal of Food Science & Technology*. Mysori, v. 35, n. 4. p. 283-298.
- AHA – American Heart Assosiation (2013). 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk a report of the american college of cardiology/american heart association task force on practice guidelines. *Journal of American Coll Cardioologyl*, 65- 101.
- Ahmad, S., Rizawi, J.A., Srivastava, P.K. (2010). Effect of soy protein isolate incorporation on quality characteristics and shelf-life of buffalo meat emulsion sausage. *Journal of Food Science and Technology—Mysore*, 47(3), 290–294.
- Ambrosiadis, J., Vareltzis, K.P. y Georgakis, S.A. (1996). Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 189-194.
- Andrés, S. C., Zaritzky, N. E. y Califano, A. N. (2008). Stress relaxation characteristics of low-fat chicken sausages made in Argentina. *Meat Science*, 79, 589-594.
- Andrés, S. C., Zaritzky, N. E., y Califano, A. N. (2009). Innovations in the development of healthier chicken susages formulated with different lipid sources. *Poultry Science*, 88, 1755-1764.
- Ansorena, D., Astiasaran, I. (2004). The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 87(1), 69–74.
- AOAC. (2012). *Official methods of analisis* (17th ed.). Association of Official Analytical Chemistry. Washington, D.C.
- Araújo, M. A. J.(1999). *Química dos alimentos- teoria e prática*. 2. ed. - Viçosa: UFV, 416 p.
- Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science, barking*, v. 74, n. 1, p. 219-229.

- Aruoma, O. I. (1994). Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. *Food Chemical Toxicology*, v. 32, n. 7, p. 671-683.
- Asís, A., Banzi, R., Buonocore, C.D., Muzio, M.F., Vitacolonna, M., y Garattini, S. (2006). Fish oil and mental health: the role of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in cognitive development and neurological disorders. *International Clinical Psychopharmacology*, 21, 319–336.
- Astrup, A., Dyerberg, J., Elwood, P., Hermansen, K., Hu, F.B., Jakobsen, M.U., Kok, F.J., Krauss, R.M., Lecerf, J.M., LeGrand, P., Nestel, P., Riserus, U., Sanders, T., Sinclair, A., Stender, S., Tholstrup, T., & Willett, W.C. (2011). The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? *American Journal of Clinical Nutrition*, 93(4), 684-688.
- Berger, K. G., Hamilton, R.J.(1995). (Eds.). *Developments in Oils and Fats*. London: Chapman & Hall, cap. 7.
- Bertram, H. C., Whittaker, A. K., Shorthose, W. R., Andersen, H. J., & Karlsson, A. H. (2004). Water characteristics in cooked beef as influenced by ageing and highpressure treatment – An NMR micro imaging study. *Meat Science*, 66, 301–306.
- Biesalski, H.K. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. *Meat Science*, 70, 509–524.
- Bigliardia, B. y Galatib, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science & Technolog* 31, 118–129.
- Bloukas, J.G. y Paneras, E.D. (1994). Vegetable oils replace pork backfat for low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, 59, 725–728.
- Bloukas, J.G., Paneras E. D. y Fournitzis G. C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 45, 133- 144.
- Brum, E.B. (2009). Antioxidante natural de Marcela (*Acrhyrocline satureioides*) e de Erva Mate (*Ilex paraguariensis*) na elaboração de Linguíça Toscana. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria,

- CENAN. (2012). Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. (2012). Requerimientos de energía para la población peruana. INS/MINSA. 59 p.
- Choi, Y.S., Choi, J.H., Han, D.J., Kim, H.Y., Lee, M.A., Kim, H.W. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*, 82, 266-271.
- Choi, Y.S., Choi, J.H., Han, D.J., Kim, H.Y., Lee, M.A., Kim, H.W., Lee, J.W., Chung, H.J., Kim, C.J. (2010). Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. *Meat Science*, 84, 212-218.
- CODEX STAN 210. (1999). Norma del CODEX para grasas y aceites no regulados por normas individuales. p 1-14.
- DIGESA (2008). Norma Técnica Sanitaria N° 071- MINSA-V.01. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- Donnelly, J. K., Robinson, D. S. (1995). Invited review. Free radical in foods. *Free Radical Research*, Yverdon, v. 22, n. 2, p. 101-106,
- DRI. Dietary Reference Intakes. Recommended dietary allowances and adequate intakes, total water and macronutrients (2012). Food and nutrition board, institute of medicine, national academies.
- Elías, C., Chirinos, R., Salvá, B. (1999). Guía de prácticas de elaboración de productos cárnicos -UNALM. Perú. p. 25-42.
- Elmadfa, I. & Kornsteiner, M. (2009). Fats and fatty acid requirements for adults. *Ann. Nutr. Metab.*, 55: 56-75.
- Estévez, M., Ventanas, S. y Cava R. (2005). Physicochemical properties and oxidative stability of liver paté as affected by fat content. *Journal of Food Chemistry*, 92, 449-457.
- FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012) .Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Reporte FAO de Alimentación y Nutrición. Granada, España.

- Fernández-Ginés, J.M., Fernández-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., y Perez-Alvarez, J.A. (2005). Meat products as functional foods: A review. *Journal of Food Science*, 70, 37-43.
- Foegeding, E.A., y Ramsey, S.R. (1986). Effect of gums on low-fat meat matters. *Journal of Food Science*, 51, 33-46.
- Frankel, E. N. (1980). Lipid oxidation. *Progress in Lipids Research*, v. 19, p. 1-22.
- Funahashi, H., Satake, M., Hasan, S., Sawai, H., Reber, H. A., Hines, O. J. y Eibl, G. (2006). The n-3 polyunsaturated fatty acid EPA decreases pancreatic cancer cell growth in vitro. *Pancreas*, 33, 462-462.
- García, P.T. (2009). Aspectos nutricionales de la carne porcina. ISSN:1850-0900.
- Gil, A., Ruiz, M.D. (2010). Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. T. II. 2^{da} Edición. Edit. Panamericana. Madrid.
- Haliwell, B. (1997). Antioxidants and human disease: a general introduction. *Nutritional Reviews*, 55, S44-S52.
- Hedrick, H. B., (1994). Principles of Meat Science. Terc. edición. Edit. Dubuque 354 p.
- Hernández, E., (2005). Evaluación sensorial. UNAD. Bogotá D. C. p. 85-88
- Hernández, E., Quispe, C., Alencastre, A. (1999). Composición de ácidos grasos en aceites de mayor consumo en el Perú.
- Hisieh, R., Kinsella, J. E. (1989). Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanisms, products, and inhibition with emphasis on fish. *Advances in Food and Nutrition Research*, San Diego, v. 33, p. 233-241, 1989.
- Hugo, A., Roodt, E. (2007). Significance of Porcine Fat Quality in Meat Technology: A Review. *Food Reviews International*, New York, v. 23, n. 2, p. 175-198.
- ICEX (2013). Instituto de Comercio Exterior. (2013). Revista comercial de la embajada de España en Lima – Perú.
- ICMSF. (1983). Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas en Alimentos. Recuento en placa de aerobios mesófilos. ICMSF. 2^{da} edición. Vol. I. Parte II. Método 1. P.120-124. Edit. Acirbia.
- INS - Instituto Nacional de Salud. MINSA. Perú. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. 8^{ava} edición.

- Jiménez-Colmenero, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 56–66.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo J. y Cofrades S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods *Meat Science*, 59, 5–13.
- Jiménez-Colmenero, F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 567–578.
- Jiménez-Colmenero, F. (2013). Potential applications of multiple emulsions in the development of healthy and functional foods. *Food Research International*, 52, 64–74.
- Kahl, R. y Hildebrandt, A. G. (1986). Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants. *Food Chemical Toxicology*, v. 24, n. 10/11, p. 1007-1014,
- Kim, J.Y., Park, H.D., Park, E.J., Chon, J.W. y Park, Y.K. (2009). Growth-inhibitory and proapoptotic effects of alpha-linoleic acid on estrogen-positive breast cancer cells: second look at n-3 fatty acid. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1171, 190-195.
- Kubow, S. (1993). Lipid oxidation products in food and atherogenesis. *Nutrition Reviews*, New York, v. 51, n. 2, p. 33-40.
- Lee, S., Hernandez, P., Djordjevic, D., Faraji, H., Hollender, R., Faustman, C., y Decker E.A. (2006b). Effect of antioxidants on stabilization of meat products fortified with n-3 fatty acids *Meat Science*, 72, 18–24.
- Lehninger, A. L. (1990). *Bioquímica – Las bases moleculares de la estructura y función celular*. Edic. Omega. P. 201-229.
- Lurueña-Martinez, M.A., Vivar-Quintana, A.M., y Revilla I. (2004). Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low- fat frankfurters. *Meat Science*, 68, 383-389.
- Martinez, M. y Ballabriga, A. (1987). Effects of parenteral nutrition with high doses of linoleate on the developing human liver and brain. *Lipids*, 22, 133-138.
- Maw, S. J. y col. (2003). Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. *Meat Science*, barking, v. 63, n. 2, p. 185-190.

- Moretto, E., Fett, R. (1998). *Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 1998. 150 p.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Hugo, y A., Raats, J. G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry*, 112, 279-289.
- Muguerza, E. Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J.G., Astiasarán, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona- a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, Barking, v. 59, n. 3, p. 251-258.
- Muguerza, E., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2003). Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science*, 65(4), 1361-1367.
- Muguerza, E., Ansorena D., Astiasarán I. (2004). Functional dry fermented sausages manufactured with high levels of n-3 fatty acids: nutritional benefits and evaluation of oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1061–1068,
- Nawar, W. (1996). Lipids. In: FENNEMA, O. R. *Food Chemistry*. Tercera ed. New York : Marcel Dekker, 1996. cap. 5. p.225-319.
- NTP - Norma Técnica Peruana. 201.021. (2002). Carnes y productos cárnicos. Determinación de contenido de proteínas.
- NTP - Norma Técnica Peruana. 201.016. (2002). Carnes y productos cárnicos. Determinación del contenido de grasa total.
- NTP - Norma Técnica Peruana. 201.022. (2002). Carnes y productos cárnicos. Determinación de contenido de cenizas.
- NTP - Norma Técnica Peruana ISO. 1442. (2008). Carnes y productos cárnicos. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia.
- NTS N° 071- Norma Técnica Sanitaria- (2008). Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. MINSA/DIGESA v.01.
- Olivo, R., Shimokomaki, M. (2006). *Emulsões Cárneas. Atualidades em ciência e tecnologia de carnes*. São Paulo, SP: Varela, 2006, cap. 9, p.95-113.

- OMS - Organización Mundial de la Salud (2003). Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de consulta mixta de expertos OMS/FAO n° 916. Ginebra: OMS.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. (2004). World Health Report. WHA 57.17.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. (2007). Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of cardiovascular risk.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. (2008). Organización Mundial de la Salud. WHO/World Economic Forum Report of a Joint Event.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. (2013). The top 10 causes of death, Fact sheet N°310, Updated July 2013.
- OMS - Organización Mundial de la Salud. (2015). Increased food energy supply as a major driver of the obesity epidemic: a global analysis. Updated July 2013, OMS,
- OPS - Organización Panamericana de la Salud (2011). Informe final del grupo de expertos de la OMS/OPS sobre la prevención de las enfermedades cardiovasculares mediante la reducción de la ingesta de sal alimentaria de toda la población.
- OPS - Organización Panamericana de la Salud (2003). Conocimientos actuales de nutrición. Octava edición. Publicación científica y técnica N° 592. 871 p.
- Ospina-E, J. C. (2009). Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork back fat substitutes in sausages formulations. Meat Science, Barking, v. 84, n. 3, p. 491-497.
- Paneras, E. D., Bloukas, J. G., Fillis, D. G. (1998). Production of low-fat frankfurters with vegetable oils following the dietary guidelines for fatty acids. Journal of Muscle Foods, Trumbull, v. 9, n. 2, p. 111-126.
- Pappa, I.C., Bloukas, J. G., Arvanitoyannis, I. S. (2000) Optimization of salt, olive oil and pectin level of low-fat frankfurters produced by replacing pork back fat with olive oil. Meat Science, Barking, v. 56, n. 1, p. 81-88.
- Park, J.W., Rhee, K., Keeton, J., y Rhee, K. (1989). Properties of low-fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated oils. Journal of Food Science, 54, 500- 504.

- Park, J.W., Rhee, K., y Zipri, Y. (1990). Low-fat frankfurters with elevated levels of water and oleic acid. *Journal of Food Science*, 55, 871-74.
- Pedersen, J. I., James, P.T., Brouwer, I.A., Clarke, R., Elmadfa, I., Katan, M.B., Kris-Etherton, P.M., Kromhout, D., Margetts, B.M., Mensink, R.P., Norum, K.R., Rayner, M., & Uusitupa, M. (2011). The importance of reducing SFA to limit CHD. *British Journal of Nutrition*, 106(7), 961-963.
- Ramvalho, V. C., Jorge, N. (2005). Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Química Nova*, São Paulo, v. 10, n. 2, p.240-245.
- Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez, M. (2012). Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science*, 90(1), 106-115.
- RSA. (1984). Reglamento Sanitario de Alimentos.. MINSA. Perú.
- Rueda-Lugo, U., González-Tenorio R., Totosa A. (2006). Sustitución de lardo por grasa vegetal en salchichas: Incorporación de pasta de aguacate. Efecto de la inhibición del oscurecimiento enzimático sobre el color. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26: 441-445.
- Satia-Abouta., J., Patterson, R.E., Neuhouser, M.L. y Elder, J. (2002). Dietary acculturation: applications to nutrition research and dietetics. *Journal of American Diet Association*, 102, 1105-1118.
- Silva, F. A., Borges, M.F., Ferreira, M. (1999). Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química. Nova*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103.
- Sofos, J.N. y Allen, C.E. (1977). Effects of lean meat source and levels of fat and soy protein on the properties of wiener-type products. *Journal of Food Science*, 42, 876-878.
- Spiteller, P., Spiteller, G. (1998). Strong dependence of lipid peroxidation product spectrum whether Fe²⁺/O₂ or Fe³⁺/O₂ is used as oxidant. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1392, n. 1, p. 23-40.
- Tan, S., Aminah, A., Zhang, X., Abdul, S. (2006). Optimizing palm oil and palm stearin utilization for sensory and textural properties of chicken frankfurters. *Meat Science*, 72, 387-397.

- Totosaus, A. y Pérez-Chabela, M.L. (2009). Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 563–569.
- Valencia, I., Ansorena, D. y Astiasarán, I. (2006). Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science*, 72, 727–733.
- Valencia, I., O'Grady, M. N., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Kerry, J. P. (2008). Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. *Meat Science, Barking*, v. 80, n. 4, p. 1046-1054.
- Vandemiessche, F. (2008). Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science*, 78, 104–113.
- Wagner, J.R. y Añón M.C. (1986). Effect of frozen storage on protein denaturation in bovine muscle. Myofibrillar ATPase activity and differential scanning calorimetric studies. *Journal of Food Technology*, 21, 9–14.
- Yilmaz, I., Şimşek, O. y Işıklı, M. (2002). Fatty acid composition and quality characteristics of low- fat cooked sausages made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat science*, 62, 253-258.
- Zorba, O., Kurt, S. (2008). The effects of different plant oils on some emulsion properties of beef, chicken and turkey meats. *Journal of Food Science & Technology, Mysori*, v. 43, n. 2, p. 229-236.

ANEXO 1A

HOJA DE EVALUACIÓN

NOMBRE:.....

NOMBRE DEL PRODUCTO: **JAMONADA**

Pruebe el producto que se presenta a continuación.

Por favor marque con una X, el cuadrado que está junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

MUCHAS GRACIAS

ANEXO 1B

HOJA DE EVALUACIÓN

NOMBRE:.....

NOMBRE DEL PRODUCTO: **HOT DOG**

Pruebe el producto que se presenta a continuación.

Por favor marque con una X, el cuadrado que está junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.

9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

MUCHAS GRACIAS

ANEXO 2

VALORES DE ACEPTABILIDAD DEL PANEL SENSORIAL PARA LA JAMONADA

	J1 100% grasa porcina	J2 50% aceite de soya+50% de grasa porcina	J3 75% aceite de soya+25% de grasa porcina	J4 100% aceite de soya
PANELISTA				
1	8	8	8	7
2	6	8	7	7
3	8	7	8	8
4	8	6	8	8
5	7	8	7	7
6	7	8	7	7
7	7	8	6	6
8	7	8	6	8
9	8	7	7	8
10	8	7	8	7
11	8	7	8	7
12	7	8	8	8
13	7	7	8	9
14	8	8	7	8
15	8	6	7	8
16	8	8	8	7
17	8	8	8	8
18	8	8	7	8
19	7	8	8	8
20	8	7	8	7
21	8	8	7	7
22	8	7	8	9
23	7	6	9	8
24	5	8	7	8
25	7	7	6	7
26	7	8	8	6
27	8	6	8	7
28	7	8	8	8
29	7	9	8	7
30	7	8	7	7
31	8	8	7	8

32	9	7	8	8
33	6	8	6	7
34	8	6	7	8
35	7	8	8	7
36	8	8	8	8
37	7	8	8	7
38	7	7	6	7
39	6	7	8	8
40	8	7	7	8
41	8	8	7	8
42	7	8	7	6
43	7	8	7	7
44	8	6	8	7
45	7	8	8	8
46	8	7	8	7
47	7	7	8	8
48	8	8	6	7
49	8	7	7	7
50	8	7	6	7
51	8	8	8	8
52	8	7	7	8
53	8	7	8	6
54	7	8	7	8
55	7	8	8	8
56	8	7	8	8
57	7	8	8	7
58	8	7	8	7
59	8	6	7	8
60	7	9	8	8
61	8	7	7	7
62	8	8	8	8
63	8	7	6	7
64	8	7	8	7
65	8	8	7	8

PROMEDIO 7.50769231 7.46153846 7.43076923 7.47692308

ANEXO 3

VALORES DE ACEPTABILIDAD DEL PANEL SENSORIAL PARA EL HOT DOG

	H1 100% grasa porcina	H2 50% aceite de soya+50% grasa de cerdo	H3 75% aceite de soya+25% grasa de cerdo	H4 100% aceite de soya
PANELISTA				
1	8	8	7	7
2	8	6	7	7
3	7	7	7	7
4	7	8	7	7
5	7	8	8	7
6	7	7	8	7
7	7	7	7	9
8	8	7	7	8
9	8	8	8	9
10	7	7	7	7
11	7	7	7	7
12	9	8	8	8
13	8	8	8	7
14	8	7	7	7
15	7	7	7	8
16	7	7	8	8
17	8	8	7	8
18	8	7	7	7
19	7	8	7	7
20	7	7	7	7
21	8	8	7	8
22	7	8	8	8
23	7	8	7	7
24	8	7	8	8
25	8	7	8	7
26	8	8	8	8
27	8	8	7	8
28	8	7	8	8
29	7	7	7	7
30	7	7	7	7
31	8	7	8	7
32	6	7	6	7

33	7	7	7	7
34	8	7	7	7
35	8	7	8	8
36	7	8	8	8
37	7	7	7	7
38	8	8	6	8
39	7	7	7	7
40	8	8	8	8
41	8	7	8	8
42	9	9	8	9
43	7	7	8	8
44	7	7	7	7
45	8	7	7	8
46	7	8	7	8
47	8	8	8	8
48	8	8	8	8
49	7	7	7	7
50	7	8	7	7
51	8	7	7	8
52	7	7	8	7
53	7	8	7	7
54	7	7	7	7
55	8	7	7	7
56	7	8	8	7
57	7	6	6	7
58	7	7	7	7
59	8	8	8	8
60	7	8	6	7
61	8	7	7	8
62	7	6	6	6
63	8	7	8	8
64	7	7	7	7
65	7	7	7	7

PROMEDIO 7.47692308 7.35384615 7.29230769 7.46153846